



Version	Stand	Bemerkung
1	24.01.2005	
2	10.09.2008	

**Bezugsdokumente:**

Nr.	Titel	Version / Datum	Autor / Herausgeber
/1/	Baufachliche Richtlinien Vermessung (BFR Verm)	Vers. 2.5 September 2007	Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS)  Bundesministerium der Verteidigung
/2/	Arbeitshilfen zur Anwendung der baufachlichen Richtlinien für die Planung und Ausführung der Sanierung von schädlichen Bodenveränderungen und Grundwasserverunreinigungen (Arbeitshilfen Boden- und Grundwasserschutz - AH BoGwS)	Juli 2005	Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS)  Bundesministerium der Verteidigung
/3/	AS BoGwS 3.1 - Anwenderhandbuch	Dezember 2007	Bundesministerium der Verteidigung

**Aufgestellt:**

**Leitstelle des Bundes für Boden- und Grundwasserschutz und das Liegenschaftsinformationssystem Außenanlagen LISA®**

Oberfinanzdirektion Hannover - Landesbauabteilung  
Referat LA 21  
Postfach 240  
30002 Hannover

**Hinweis:**

Die Bezeichnungen Liegenschaftsinformationssystem Außenanlagen LISA®, ADMIN®, FIS BoGwS®, FIS Boden- und Grundwasserschutz®, INSA®, GEO BoGwS®, AS BoGwS®, EFA® und Geo-Modul® sind registrierte Markennamen der Bundesrepublik Deutschland.

<b>1</b>	<b>Zielsetzung .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Allgemeines .....</b>	<b>1</b>
2.1	Zielsetzung der Ergebnisdokumentation von Boden- und Grundwasseruntersuchungen.....	1
2.2	Der Begriff „Genauigkeit“ .....	2
2.3	Genauigkeitsanforderungen an BoGwS-Objekte in anderen Datenbanken / Geoinformationssystemen.....	3
2.3.1	Bund-/Länderarbeitsgemeinschaft Bodenschutz (LABO) - Altlastenausschuss (ALA), Unterausschuss Arbeitshilfe für Qualitätsfragen bei der Altlastenbearbeitung .....	3
2.3.2	Geoinformationssysteme .....	3
<b>3</b>	<b>Genauigkeiten von Karten und Luftbildern.....</b>	<b>3</b>
3.1	Deutsche Grundkarte .....	4
3.2	Modellierung von Geoinformationen des amtlichen Vermessungswesens (AFIS-ALKIS- ATKIS-Referenzmodell) .....	4
3.3	Luftbildauswertung.....	5
3.3.1	Maßstab.....	5
3.3.2	Auflösung.....	6
3.3.3	Georeferenzierung (Quelle: <a href="http://www.iaag.geo.uni-muenchen.de">www.iaag.geo.uni-muenchen.de</a> ) .....	7
3.4	Genauigkeitsanforderungen der BFR Verm .....	9
<b>4</b>	<b>Fachliche Anforderungen an die Lagegenauigkeit von Objekten des Boden- und Grundwasserschutzes .....</b>	<b>10</b>
4.1	Allgemeine Vorgehensweise bei der Untersuchung und Behandlung von Boden- und Grundwasserbelastungen .....	10
4.2	Erfassung und Darstellung der Untersuchungsergebnisse.....	11
4.2.1	Darstellung der digital erfassten Daten im AS BoGwS (Bezug /3/)... ..	11
4.2.2	Darstellung von Untersuchungsergebnissen in Gutachten .....	13
4.3	Genauigkeitseinstufungen .....	20

## 1 Zielsetzung

Im Fachinformationssystem Boden- und Grundwasserschutz (FIS BoGwS) werden die Ergebnisse von Untersuchungen und Sanierungen stofflicher Boden- und Grundwasserbelastungen erfasst. Sie werden genutzt für die :

- Erfüllung gesetzlicher Anforderungen
- Abwehr von Gefahren
- Planungssicherheit bei der Durchführung von Infrastrukturmaßnahmen
- Beweissicherung bei der Abgabe von Liegenschaften

Die Untersuchungen dieser Belastungen erfolgen phasenweise, das bedeutet, dass sie sukzessive aufeinander aufbauen.

Das FIS BoGwS ist Teil des Liegenschaftsinformationssystem Außenanlagen LISA<sup>®</sup> und dient dort neben der Erfassung und Bewertung stofflicher Belastungen auch zur Verwaltung von Messstellen (Brunnenbuch) und der Projekt- und Kostenkontrolle. Das LISA besteht aus dem Basissystem und Fachinformationssystemen. Im Basissystem sind die DV-Werkzeuge zur Bearbeitung, Führung und Nutzung der Bestandsdaten gem. BFR Verm (Bezug /1/) enthalten. In der BFR Verm sind BoGwS-relevante Objekte enthalten. Die BFR Verm regelt für alle graphischen Objekte im LISA die Anforderungen an die Lage- und ggf. Höhengenaugigkeit.

In der Praxis sind jedoch auch Aufgaben hinsichtlich des Boden- und Grundwasserschutzes auf Liegenschaften zu erfüllen, für die noch keine topographischen Grundpläne mit in der BfR Verm definierten Genauigkeitsanforderungen im LISA vorliegen. Zur effektiven und kostensparenden Bearbeitung ist es wichtig, die Anforderungen an die Ergebnisse von Untersuchungen so zu definieren, dass o.g. Ziele mit dem geringst möglichen Aufwand erreicht werden. Darüber hinaus sollten diese Ergebnisse bei Vorliegen topographischer Grundpläne mit den Genauigkeitsanforderungen der BFR Verm in das FIS BoGwS übernommen werden.

Im Folgenden werden die Anforderungen an die Genauigkeit bei der Erfassung der geographischen Lage von Objekten zum Boden- und Grundwasserschutz (BoGwS-Objekte) im FIS BoGwS unter diesem Aspekt betrachtet.

## 2 Allgemeines

### 2.1 Zielsetzung der Ergebnisdokumentation von Boden- und Grundwasseruntersuchungen

Die Ergebnisse von Untersuchungen hinsichtlich des Boden- und Grundwasserschutzes dienen

- zur Dokumentation der Schäden zum Zeitpunkt der Untersuchung (z.B. Ausdehnung, Konzentrationen, Schadstoffinventar),
- als Grundlage für Prognosen hinsichtlich eines weiteren Schadenverlaufs,
- als Grundlage für die Planung nachfolgender Untersuchungsschritte.

Die Dokumentation der Ergebnisse von Boden- oder Grundwasserschadensfällen ist neben rechtlichen Erfordernissen vor allem für die Planungssicherheit anderer Bau- oder Unterhaltungsmaßnahmen, soweit sie derartige Flächen berühren oder durch sie beeinflusst werden können, unerlässlich. Dies gilt auch für die Fälle, in denen Boden- oder Grundwasserbelastungen vorliegen, die erst bei Nutzungsänderungen oder Infrastrukturmaßnahmen (z.B. in abfallrechtlicher Hinsicht) relevant werden. Die Ergebnisse müssen ebenfalls geeignet sein, im Rahmen einer Gefährdungsabschätzung als Grundlage für Prognosen eines weiteren Schadenverlaufs, u.U. unter geänderten Randbedingungen, zu dienen.

Das phasenweise Vorgehen bei Untersuchungen von schädlichen Bodenveränderungen oder Grundwasserunreinigungen bedeutet, dass die Ergebnisse einer Untersuchung die Grundlage für die nachfolgende Untersuchung darstellen. Nachfolgende Untersuchungsschritte können z.B. Untersuchungen zur Gefährdungsabschätzung sein oder bereits Sanierungsuntersuchungen, sofern Gefahren für Schutzgüter festgestellt wurden.

Das bedeutet, dass die Genauigkeit der Ergebnisdarstellung in einer Untersuchungsphase sich auch immer neben der reinen Dokumentation der Ergebnisse auch an den Erfordernissen der nachfolgenden Untersuchungsphase orientieren muss.

## 2.2 Der Begriff „Genauigkeit“

Die Lagegenauigkeit wird ausgedrückt durch den mittleren Lagefehler eines in Karte und Gelände eindeutig definierten Punktes. Die Genauigkeit der Höhendarstellung wird allgemein durch den mittleren Höhenfehler eines beliebigen aus der Karte entnommenen Punktes ausgedrückt.

Der Begriff „Genauigkeit“ bezeichnet die Summe aus der Streuung der Ergebnisse

- durch zufällige Abweichungen
- und durch systematische Abweichungen

vom wahren Wert.

Bei der geodätischen Einmessung gem. BFR Verm werden die Objektvermessungen immer an geodätische Festpunktfelder oder (bei größeren Liegenschaften) an liegenschaftsbezogene Festpunktfelder angeschlossen. Mit Hilfe von Ausgleichsrechnungen erreicht man in den Bereichen Ingenieurgeodäsie und Landesvermessung eine Genauigkeitssteigerung und Genauigkeitsschätzung bei der Berechnung anspruchsvoller Netze.

Das Normalnull (NN) war die amtliche deutsche Bezugsfläche für Höhen über dem Meeresspiegel im 20. Jahrhundert. Im allgemeinen Sprachgebrauch in Deutschland wird Normalnull oft als Synonym für den mittleren Meeresspiegel verwendet.

Seit Mitte der 1990er wird das Deutsche Haupthöhennetz auf eine andere Höhendefinition umgestellt. Zur Unterscheidung der Höhensysteme wird die neue Höhenbezugsfläche Normalhöhennull (NHN) genannt. Jedoch enthalten aktuelle topografische Karten meist noch Höhen über den alten Bezugsflächen. ([www.wikipedia.de](http://www.wikipedia.de))

Unter dem Begriff der absoluten Genauigkeit wird die Genauigkeit einer angegebenen Koordinate zur tatsächlichen Lage eines Punktes verstanden. Hiervon ist die relative Genauigkeit zu unterscheiden, also die Genauigkeit der Lage von Punkten untereinander. Sie ist unabhängig von dem verwendeten Koordinatensystem. Im Folgenden wird daher unter den relativen und absoluten Lage- und Höhengenaugkeiten unterschieden.

## 2.3 Genauigkeitsanforderungen an BoGwS-Objekte in anderen Datenbanken / Geoinformationssystemen

Zur Grundlagenermittlung erfolgte eine Recherche über möglicherweise definierte Anforderungen an die Genauigkeiten bei der Erfassung und/oder Darstellung von Objekten des Boden- und Grundwasserschutzes in anderen Datenbanken bzw. Geoinformationssystemen. Darüber hinaus erstreckte sich die Recherche auf Genauigkeitsanforderungen, die im Rahmen von Qualitätsanforderungen an die Bearbeitung von Altlasten bzw. im Bereich Bodenschutz vom Bund und den Bundesländern in der Bund-/Länderarbeitsgemeinschaft Bodenschutz (LABO) gestellt werden.

### 2.3.1 Bund-/Länderarbeitsgemeinschaft Bodenschutz (LABO) - Altlastenausschuss (ALA), Unterausschuss Arbeitshilfe für Qualitätsfragen bei der Altlastenbearbeitung

Anforderungen an Genauigkeiten sind in der Arbeitshilfe speziell für die Frage der Erfassung von Grundwasserständen (cm-Genauigkeit) definiert, es finden sich allerdings keine generellen Betrachtungen oder umfassende Genauigkeitsanforderungen der BoGwS-Objekte.

### 2.3.2 Geoinformationssysteme

Die Recherche erstreckte sich auf folgende Geoinformationssysteme:

- Umweltinformationssysteme des Bundes (LANIS, UMPLIS)
- Umweltinformationssysteme der Länder (NUMIS (Niedersachsen))
- Altlasten - Informations- und Kommunikationssystem AIKS (BMU)
- Bayerisches Altlasten-, Bodenschutz- und Deponieinformationssystem (ABuDIS)
- Thüringer Altlasteninformationssystem (THALIS II)
- Hessisches Altlasteninformationssystem (AltPro, ALTIS)
- Nordrhein-Westfälische Altlasteninformationssystem (ISAL, FIS AIBo)
- Kommunale Altablagerungs-Informationssysteme (Altablagerungsstandorte Landkreis Peine / Altablagerungsstandorte Stadt Osnabrück)

Die Recherche erbrachte keine Genauigkeitsanforderungen für die grafische Erfassung von Objekten des Boden- und Grundwasserschutzes in diesen Systemen.

## 3 Genauigkeiten von Karten und Luftbildern

BoGwS-Objekte können u.a. auf der Basis verschiedener Kartiergrundlagen erhoben werden. Deshalb spielt die eigene Genauigkeit dieser Kartierbasis eine wichtige Rolle für der Genauigkeit der erhobenen Objekte.

### 3.1 Deutsche Grundkarte

Der mittlere Lagefehler soll nach der Empfehlung des Beirats für das Vermessungswesen von 1924 für die Deutsche Grundkarte 1:5.000 im offenen Gelände + 3 m (=0,6 mm in der Karte) und im Walde + 7 m (= 1,4 mm in der Karte) nicht überschreiten.

Für direkt gemessene und in der Karte mit einer Höhenzahl bezeichnete einzelne Höhenpunkte soll der mittlere Höhenfehler nach der Empfehlung des Beirats für das Vermessungswesen von 1924 in der Deutschen Grundkarte 1:5.000 den Betrag von + 0,3 m nicht überschreiten.

### 3.2 Modellierung von Geoinformationen des amtlichen Vermessungswesens (AFIS<sup>1</sup>-ALKIS<sup>2</sup>-ATKIS<sup>3</sup>-Referenzmodell)

Die Vermessungs- und Katasterverwaltungen der Bundesländer haben die Aufgabe, raumbezogene Basisdaten (Geobasisdaten) für Verwaltung, Wirtschaft und private Nutzer zu liefern, und zwar zunehmend in digitaler Form. Hierauf wurde bereits sehr früh reagiert und begonnen, die Daten des Liegenschaftskatasters in den Projekten ALK<sup>4</sup> und ALB<sup>5</sup> sowie die Daten der Topographischen Landesaufnahme im Projekt **ATKIS** deutschlandweit einheitlich digital zu erfassen und zur Verfügung zu stellen. In den meisten Bundesländern ist durch Kabinettsbeschluss geregelt, dass die ALK- und ATKIS-Daten als Basis für andere Fachinformationssysteme (FIS) zu verwenden sind.

Die bisherigen Informationssysteme ALK und ALB werden zukünftig integriert im Informationssystem **ALKIS** (Amtliches Liegenschaftskatasterinformationssystem) geführt. Darüber hinaus wurde eine formelle, inhaltliche und semantische Harmonisierung mit **ATKIS** vorgenommen.

Entsprechend der ATKIS - Gesamtdokumentation vom 01.09.1989 ist ATKIS als Überbegriff von sechs Geoinformationssystemen (GIS) anzusehen: Als GIS der Topographie werden für die Maßstabsstufen 1:25.000, 1:200.000 und 1:1 Mio. drei unterschiedlich strukturierte Digitale Landschaftsmodelle (DLM) beschrieben. Als GIS der Kartographie werden die drei, aus dem jeweiligen DLM abgeleiteten Digitalen Kartographischen Modelle (DKM) genannt, die den (generalisierten) Inhalt der Topographischen Kartenwerke in objektstrukturierter, vektorieller Form mit verschlüsselten Strukturen (Signaturteilnummer) wiedergeben.

Es wird eine Modellgenauigkeit für wesentliche lineare Objekte des Basis-DLM von  $\pm 3$  m angestrebt (Teil A der Gesamtdokumentation). Häufig verfügt man allerdings nicht über ein flächendeckendes und laufend aktualisiertes Kartenwerk im Maßstab 1:5.000, das für die Erfassung von ATKIS-Daten herangezogen werden könnte, so dass diese Lagegenauigkeit nicht erreicht werden kann<sup>6</sup>.

Je nach Maßstab der verwendeten Kartengrundlagen ist mit folgenden Genauigkeiten zu rechnen:

- innerstädtisch: 0,01 - 1,00 [m]
- außerstädtisch: < 20 [m]

Als Faustformel zur Berechnung der Genauigkeit digitalisierter Karten in Abhängigkeit vom als Basis verwendeten Kartenmaterial kann folgende Formel herangezogen werden:

---

<sup>1</sup> Amtliches Festpunktinformationssystem

<sup>2</sup> Amtliches Liegenschaftskatasterinformationssystem

<sup>3</sup> Amtliches Topographisch- Kartographisches Informationssystem

<sup>4</sup> Automatisierte Liegenschaftskarte

<sup>5</sup> Automatisiertes Liegenschaftsbuch

<sup>6</sup>Schilcher: Vorlesung Geoinformatik II (<http://www.gis1.bv.tum.de/Lehre/Vorlesungen/Geoinformatik2/Kapitel12/Kapitel12.htm>)

→ erreichbare digitale Genauigkeit [mm] = 0,2 [mm] X Maßstabszahl

Beispiel: Kartenmaßstab 1:5.000

→ erreichbare digitale Genauigkeit: 0,2 X 5.000 = ±1.000 [mm] = ±1,0 [m]

### 3.3 Luftbildauswertung

Luftbilder stellen eine wesentliche Grundlage für die Erfassung von BoGwS-Objekten (z.B. Verdachtsflächen) dar.

#### 3.3.1 Maßstab

Der Maßstab von Fotografien allgemein und natürlich auch von Luftbildern ist abhängig von der Brennweite des Objektivs und dem Abstand zum fotografierten Objekt, also bei Luftbildern der Flughöhe (s. Abbildung 1).

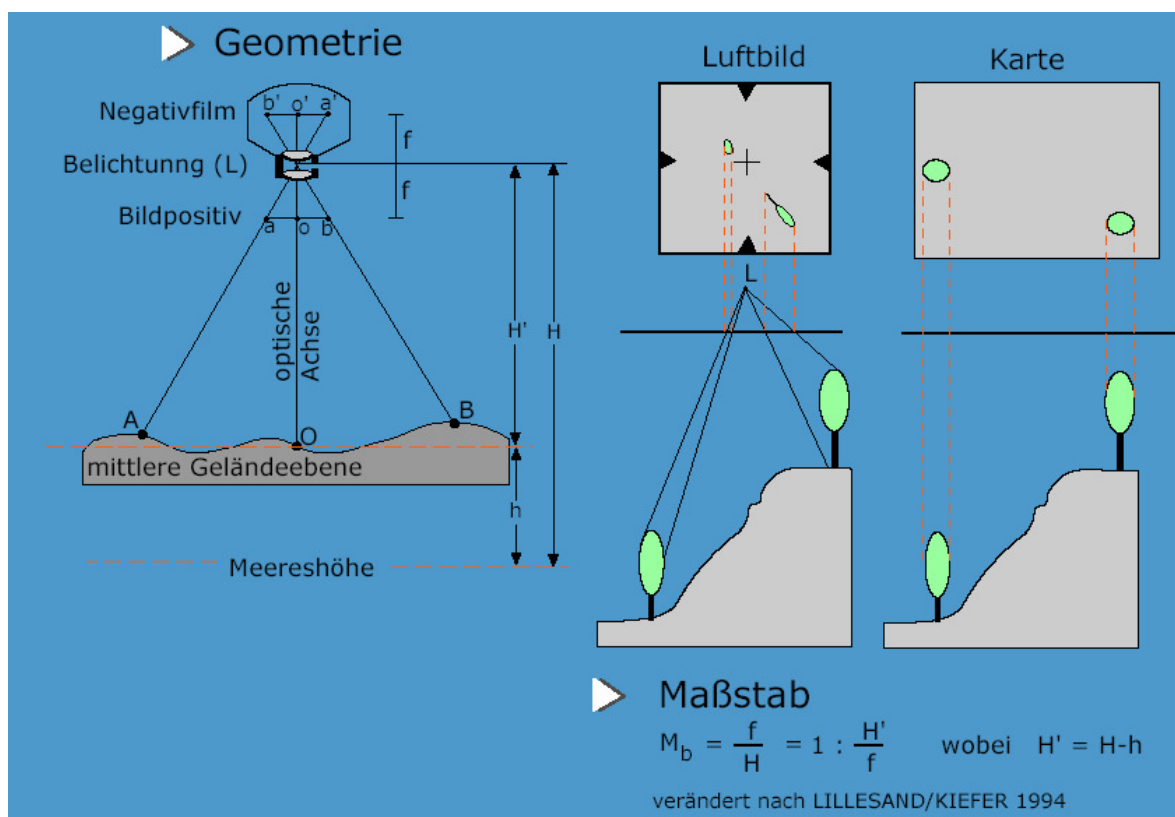


Abbildung 1: Maßstab von Luftbildern (Prinzip) (Quelle: Wunderle Geographisches Institut, Universität Bern; [www.saturn.unibe.ch](http://www.saturn.unibe.ch))

Die Brennweite beträgt bei Kriegsluftbildern 609,6 oder 914,4 mm. Die Maßstabszahl  $M_b$  ist der Quotient aus Flughöhe und Brennweite:

→  $M_b = 1 : H' / f$

mit  $H'$ : Flughöhe und  $f$ : Brennweite

Beispiel:

Flughöhe: 30.000 ft → 9.144 m

Brennweite: 609,6 mm

→  $M_b = 1 : 9.144 / 0,6096 = 1 : 15.000$



### 3.3.2 Auflösung

Neben dem Maßstab hängt bei Luftbildern die erreichbare Genauigkeit bei der Digitalisierung von der Auflösung des Luftbildes ab. Sie wird definiert als Größe eines Pixels in Bezug auf die Bildebene. Meistens wird der Wert in Mikrometer [ $\mu\text{m}$ ] angegeben. Dabei wird von quadratischen Bildelementen ausgegangen. Bei der Umwandlung analoger Bilder in digitale Luftbilder spielen folgende Faktoren eine Rolle:

- Auflösungsvermögen des analogen Filmmaterials
- Anfallende Datenmenge pro Bild in Megabyte (MB)
- Anforderungen, die sich durch das Endprodukt ergeben.

Die maximal erreichbare Genauigkeit hängt von dem Auflösungsvermögen des analogen Filmmaterials ab, das wiederum von der Filmemulsion und dem Kontrastumfang abhängt. Die Auflösung wird angegeben in der Einheit Linien pro Millimeter [ $\text{l/mm}$ ] oder Linienpaare pro Millimeter [ $\text{lp/mm}$ ].

Tabelle 1: Größe eines Pixels in Bezug auf das Gelände in Metern (GeoSystems 2001)

Bildmaßstab	10 $\mu\text{m}$	12,5 $\mu\text{m}$	15 $\mu\text{m}$	20 $\mu\text{m}$
1:2.500	0,035	0,044	0,052	0,070
1:5.000	0,050	0,065	0,075	0,100
1:10.000	0,100	0,125	0,150	0,200
1:12.000	0,120	0,150	0,180	0,240
1:18.000	0,180	0,225	0,270	0,360
1:25.000	0,250	0,313	0,375	0,500
1:50.000	0,500	0,625	0,750	1,000

Das analoge Filmmaterial weist dabei durchschnittlich folgende Auflösungen auf:

Tabelle 2: Durchschnittliche Werte für die Auflösung von Filmmaterial (GeoSystems 2001)

Filmmaterial	Filmnegativ / Filmpositiv	Papierabzug
Panchromatisch (s/w)	10 $\mu\text{m}$	12,5 $\mu\text{m}$
Farbe	12,5 $\mu\text{m}$	15 $\mu\text{m}$
NIR (Farbinfrarot)	15 $\mu\text{m}$	20 $\mu\text{m}$

Das bedeutet also, dass bei einem panchromatischem Luftbild mit einem Bildmaßstab von 1:10.000 und sehr hoher Auflösung ein Objekt eine Größe von ungefähr 20–30 X 20-30 cm aufweisen muss, damit es durch vier Pixel (2X2 Pixel) abgebildet und erkannt werden kann.

Bei digitalen Luftbildern ist die Auflösung häufig geringer, um die anfallende Datenmenge geringer zu halten. Ab bestimmten Dateigrößen werden häufig die Grenzen von Computersystem in Hinsicht auf Arbeitsspeicher- und Festplattenkapazitäten erreicht.

Ein S/W-Bild mit einer Auflösung von 12,5  $\mu\text{m}$  (2032 dpi) erfordert z.B. eine Dateigröße von 690 MB, ein Farbbild über 2 GB. Derartig große Datenmengen sind auch bei den heutigen technischen Möglichkeiten nur schwer zu handhaben. Daher sind Scans mit geringeren Auflösungen (s. Abbildung 2) üblich.

#### Beispiel:

Auflösung: 450 dpi

Maßstab: 1 : 15.000

1 inch auf dem Luftbild entspricht 381 m im Gelände, ein Dot auf dem Bild entspricht also  $381 / 450 = 0,85$  [m] im Gelände. Bei dieser Auflösung sind also Objekte mit einer Mindest-Kantenlänge von ca. 1,00 – 1,50 m (2X2 Pixel) auf dem Luftbild zu erkennen.



Abbildung 2: Mit einer Auflösung von 450 dpi digitalisiertes Luftbild (Quelle: „Beispiel-Fliegerhorst“, EFA mit GEO-Modul)

### 3.3.3 Georeferenzierung (Quelle: [www.iaag.geo.uni-muenchen.de](http://www.iaag.geo.uni-muenchen.de))

Luftbilder müssen, bevor aus ihnen die Lage von Objekten zu entnehmen ist, georeferenziert werden. Die Georeferenzierung führt zu Lageabweichungen.

Unter Georeferenzierung versteht man die Zuordnung von Bildkoordinaten, die in einem beliebigen Koordinatensystem (bedingt durch Scanner, Digitalisierbrett, Bildverarbeitungsprogramme, ...) vorliegen können, in ein Koordinatensystem, das reale Punkte auf der Erdoberfläche (Real World-Koordinaten) repräsentiert. Diese genau definierte Lage in einem bestimmten Bezugssystem ist in der Realität die Lage, bestimmt durch die geographische Länge und Breite auf der Erdoberfläche.

In der Praxis werden, z.T. aus traditionellen Gründen (analoge Kartendarstellungen), z.T. aus Gründen der besseren Handhabbarkeit, diese Koordinaten in eine zweidimensionale Kartenebene mit eigenem Koordinatensystem projiziert. Somit besitzt jedes Geoobjekt eine definierte Lage in dem Referenzsystem Erdoberfläche.

#### Beispiel:

Den Bild-Koordinaten des Satellitenbildes (zwischen 0 und 200) werden Echtwelt-Koordinaten (in diesem Fall Gauß-Krüger-Koordinaten) zugeordnet (s. Abbildung 3).

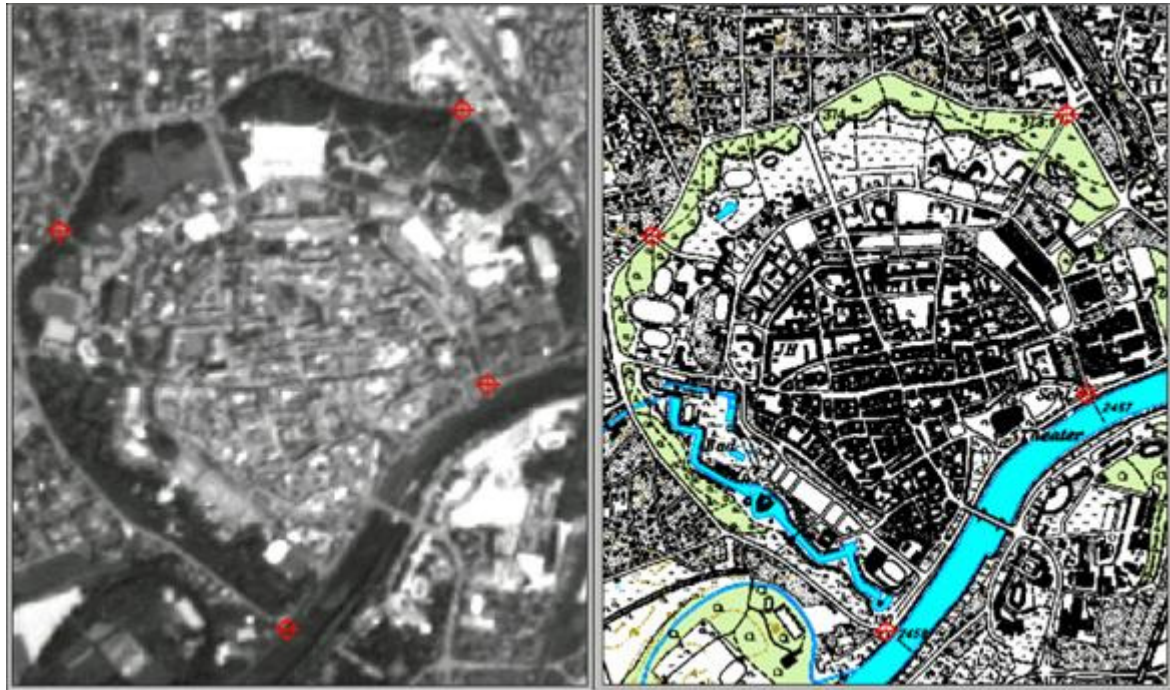
Der Prozess der Georeferenzierung ist im Normalfall ein interaktiver Prozess, bei dem markante Punkte gesucht werden, die in beiden Bildern (dem unreferenzierten Rasterdatensatz und dem bereits georeferenzier-

ten Datensatz) deutlich zu erkennen sind, z.B. Straßenkreuzungen, Brücken, markante Gebäude. Diese Referenzierungspunkte werden oft auch als Passpunkte bezeichnet.

Zwischen den Passpunkten, die in zwei unterschiedlichen Koordinatensystemen vorliegen, muss als nächster Schritt eine mathematische Beziehung gefunden werden, die den Übergang von dem Ausgangssystem in das Zielsystem beschreibt. Dieser Vorgang, die Berechnung der Zielkoordinaten (u,v) aus den Originalkoordinaten (x,y), wird auch als Transformation oder Koordinatentransformation bezeichnet.

Bild mit Bildkoordinaten

Georeferenziertes Bild



ID	Bild X	Bild Y	Welt X	Welt Y	Fehler X	Fehler Y
1	60.6528	151.3369	4456980.088 9	5403595.9096	-1.9050	-6.4870
2	191.3674	188.0213	4458318.694 3	5403995.4318	4.1220	14.0380
3	199.8006	99.8944	4458392.832 5	5403076.9425	-5.6740	-19.3230
4	133.1784	23.1522	4457721.470 4	5402331.4423	3.4570	11.7720

Abbildung 3: Georeferenzierung (Quelle: [www.iaag.geo.uni-muenchen.de/studium/arcview-kurs/Georeferenzierung.htm](http://www.iaag.geo.uni-muenchen.de/studium/arcview-kurs/Georeferenzierung.htm))

Mit Hilfe der in den ersten zwei Schritten gefundenen Gleichungen erfolgt ein Resampling der Ausgangsdaten. Dabei werden den Zellen des rektifizierten Koordinatensystems (Zielsystem) Werte der Zellen des Ausgangssystems zugeordnet. Da bei diesem Prozess keine 1:1-Zuordnung der Rasterwerte möglich ist, müssen die Rasterwerte des Zielsystems aus den Rasterwerten des Ausgangssystems interpoliert werden.

Als Ergebnis erhält man georeferenzierte Rasterbilder, die durch

- die Koordinaten des Ursprungs,
- die Orientierung,
- die Zellengröße und die
- Dimension (Anzahl der Zeilen x Anzahl der Spalten)

beschrieben sind.

Die Überlagerung der Passpunkte und die Interpolation beim Resampling im Zuge der Georeferenzierung bewirken zufällige und systematische Abweichungen

### 3.4 Genauigkeitsanforderungen der BFR Verm

In den BFR Verm werden Angaben zur absoluten Genauigkeit der Objektvermessung gemacht: Die Messgenauigkeit der Objektvermessung wird getrennt nach Lage und Höhe klassifiziert. Als Genauigkeitskriterien dienen die Standardabweichung der Lage  $s_x$  und  $s_y$  sowie die Standardabweichung der Höhe  $s_H$ .

Tabelle 3: Genauigkeitsklassifizierung der Lage

Lagegenauigkeitsklasse	Standardabweichung der Lage	Beispiel
<b>OGL0</b>	$0,150 \text{ m} < s_x, s_y \leq 1,000 \text{ m}$	KVF
<b>OGL1</b>	$0,050 \text{ m} < s_x, s_y \leq 0,150 \text{ m}$	Untersuchungspunkt aus INSA
<b>OGL2</b>	$0,025 \text{ m} < s_x, s_y \leq 0,050 \text{ m}$	Gebäudepunkt
<b>OGL3</b>	$s_x, s_y \leq 0,025 \text{ m}$	Polygonpunkt, liegenschaftsbezogen

Tabelle 4: Genauigkeitsklassifizierung der Höhe

Höhengenauigkeitsklasse	Standardabweichung der Höhe	Beispiel
<b>OGH0</b>	$0,050 \text{ m} < s_H \leq 0,500 \text{ m}$	---
<b>OGH1</b>	$0,020 \text{ m} < s_H \leq 0,050 \text{ m}$	Höhenpunkt, BoGwS
<b>OGH2</b>	$0,005 \text{ m} < s_H \leq 0,020 \text{ m}$	Untersuchungspunkt aus INSA
<b>OGH3</b>	$s_H \leq 0,005 \text{ m}$	Höhenfestpunkt, liegenschaftsbezogen (LHP)

Die geforderten Messgenauigkeiten für die einzelnen Objekte werden im Objektartenkatalog der BFR Verm (Anhang A) festgelegt.

Die Folie 860 BoGwS der BFR Verm enthält geometrisch relevante altlastenspezifische Objekte. Dazu gehören kontaminationsverdächtige Flächen, Untersuchungspunkte und kontaminierte Bereiche (s. Tabelle 5).

Tabelle 5: Objekte des Boden- und Grundwasserschutzes in der BFR Verm (Folie 860) mit den Lage- und Höhengenaugigkeiten

Objektbezeichnung	Lagegenauigkeitsklasse	Höhengenaugigkeitsklasse
Höhenpunkt, BoGwS	OGL2	OGH1
KVF I, flächenförmig (> 1,0 m <sup>2</sup> )	---	---
KVF I, punktförmig (< 1,0 m <sup>2</sup> )	---	---
KVF IIa	OGL0	---
KF IIb	OGL0	---
KF IIIa	OGL0	---
KF IIIb	OGL0	---
KF IIIc	OGL0	---
Untersuchungspunkt aus INSA	OGL1	OGH2
INSA-Liegenschaft	OGL0	---
Untersuchungsgebiet	---	---
Kontaminierter Bereich, Boden	---	---
Kontaminierter Bereich, Bodenluft	---	---
Kontaminierter Bereich, Grundwasser	---	---
Brunnen (Folie 851), Objektteilart Grundwassermessstelle	OGL2	---

## 4 Fachliche Anforderungen an die Lagegenauigkeit von Objekten des Boden- und Grundwasserschutzes

### 4.1 Allgemeine Vorgehensweise bei der Untersuchung und Behandlung von Boden- und Grundwasserbelastungen

In der Arbeitshilfen BoGwS (Bezug /2/) werden drei aufeinander aufbauende Arbeitsschritte, die als Phasen I bis III bezeichnet werden, unterschieden:

- Phase I: Erfassung und Erstbewertung
- Phase II: Untersuchungen und Gefährdungsabschätzung
  - Phase IIa: Orientierende Untersuchung
  - Phase IIb: Detailuntersuchung
- Phase III: Sanierung und Nachsorge
  - Phase IIIa: Sanierungsplanung
  - Phase IIIb: Durchführung der Sanierung
  - Phase IIIc: Nachsorge

Im Rahmen dieser Untersuchungen werden Daten und Informationen erfasst, die geeignet sind, eine Gefährdungsabschätzung vorzunehmen, ggf. eine Sanierung und/oder alternative Maßnahmen zur Gefahrenabwehr zu ergreifen und/oder Entsorgungs- /Verwertungsmöglichkeiten zu entwickeln.

## 4.2 Erfassung und Darstellung der Untersuchungsergebnisse

In allen drei Phasen sind geometrisch relevante altlastenspezifische Objekte zu erfassen und zu dokumentieren. Die Dokumentation dieser Objekte erfolgt

- analog als Ergebniskarten in Gutachten und Berichten
- z.T. analog in Erfassungsblättern
- digital über die Speicherung von Koordinaten in der Datenbank INSA (die Erfassung erfolgt überwiegend mit dem Datenerfassungsprogramm EFA)
- als Objekte der BFR Verm (Erfassung durch Vermessung oder Digitalisierung im GEO BoGwS)

Bei den Gutachten und Berichten sind kartographische Darstellungen im Anlagenteil gefordert. Teilweise sind die Maßstabsbereiche für diese Ergebniskarten vorgegeben. Darüber hinaus gibt es bei manchen Objekten in den Gutachten und Berichten analoge listenförmige Koordinatenangaben.

Die digitale Speicherung in der Datenbank INSA erfolgt durch die Speicherung von Koordinaten unter Angabe des Koordinatensystems:

- alphanumerisch durch die manuelle Angabe von Koordinaten (insb. für Untersuchungspunkte)
- graphisch als Punkt- oder Flächenobjekt mit Hilfe des „Geo-Moduls“ im Datenerfassungsprogramm EFA
- durch die Übergabe von Koordinaten von Objekten der BFR Verm aus dem GEO BoGwS ins INSA

### 4.2.1 Darstellung der digital erfassten Daten im AS BoGwS (Bezug /3/)

Durch das AS BoGwS sind weitere Analysen von KVF / KF und Untersuchungspunkten durch die Ausgabe von Plänen möglich (Bezug /3/). Folgende Fach- bzw. Themenpläne werden im AS BoGwS bereitgestellt:

- Bestandsplan BoGwS (Fachplan)
- Kontaminationsverursachende Nutzung (Themenplan)
- Risikofaktor (Themenplan)
- Flächenkategorie / Handlungsbedarf (Themenplan)
- Art des Untersuchungspunktes (Themenplan)
- Art der Probenahme am Untersuchungspunkt (Themenplan)

#### 4.2.1.1 Bestandsplan BoGwS

Im Fachplan „Bestand BoGwS“ werden - mit Ausnahme der Untersuchungspunkte – alle BoGwS-relevanten Objekte gemäß dem Signaturenkatalog der BFR Verm angezeigt. Der Plan dient im Wesentlichen zur (vollständigen) Dokumentation des Bearbeitungsstandes auf einer Liegenschaft.

Neben den in der Erfassungspraxis für die Folie 860 bislang eher untergeordneten Fachbedeutungen „Liegenschaft aus INSA“, „Untersuchungsgebiet“, „Kontaminierter Bereich Boden“, „Kontaminierter Bereich Bodenluft“ und „Kontaminierter Bereich Grundwasser“ sind v.a. die „kontaminationsverdächtigen Flächen (KVF)“ und „kontaminierten Flächen (KF)“ Gegenstand dieses Fachplans. Die BFR Verm führt KVF/KF-Objekte in Abhängigkeit von der Bearbeitungsphase jeweils als eigene Fachbedeutung.

#### 4.2.1.2 Themenplan „Kontaminationsverursachende Nutzung“

In diesem Themenplan werden die Inhalte des Fachplans „Bestand BoGwS“ ergänzt um das Textobjektteil „Kontaminationsverursachende Nutzung“. Die kontaminationsverursachende Nutzung wird im INSA gespeichert und liefert insbesondere nach Abschluss der Phase I wichtige Rückschlüsse auf das vermutete Schadstoffinventar und somit für gezielte Maßnahmen in der Folgephase (IIa).

#### 4.2.1.3 Themenplan „Risikofaktoren“

Der Themenplan „Risikofaktor“ präsentiert die KVF der Phase I mit einer zusätzlichen Punktsignatur. Diese Signatur setzt sich aus einem farbigen Quadrat und dem Text „GW“ zusammen und kennzeichnet den potenziellen Risikofaktor für das Schutzgut Grundwasser. Die Farbe des Quadrates richtet sich nach dem im INSA unter „Bewertung“ dokumentierten BEMA-Wert.

#### 4.2.1.4 Themenplan „Flächenkategorie / Handlungsbedarf“

In diesem Themenplan werden die KVF/KF farblich nach der fachlichen Bewertung des Handlungsbedarfs differenziert. Der Handlungsbedarf spiegelt sich in der so genannten Flächenkategorie wieder, die in der Fachdatenbank INSA bei den KVF-Daten im Register „Bewertung“ im Bereich „Bewertungsdaten der Phase (I)/II/III“ geführt werden.

#### 4.2.1.5 Themenplan „Art des Untersuchungspunktes“

Im Themenplan „Art des Untersuchungspunktes“ werden die Untersuchungspunkte nach ihrer Aufschluss- bzw. Ausbauart präsentiert (z.B. Bohrung, Schurf, Aufschluss usw.; Differenzierung stationärer und temporärer Messstellen).

#### 4.2.1.6 Themenplan „Art der Probenahme am Untersuchungspunkt“

Im Themenplan „Art der Probenahme“ steht dagegen das Material der am Untersuchungspunkt entnommenen Proben im Blickpunkt, also „Probenmaterial Boden“, „Probenmaterial Bodenluft“, „Probenmaterial Grundwasser“ und „Probenmaterial Sonstige“.

#### 4.2.1.7 Kombinierbarkeit von Fachplänen

Auch die Kombination von Plänen ist möglich, und zwar kann stets ein „KVF/KF-Plan“ (4.2.1.1 bis 4.2.1.4) mit einem UP-Plan (4.2.1.5 und 4.2.1.6) gleichzeitig präsentiert werden. Bei Auswahl eines KVF/KF-Planes wird der zuvor angezeigte KVF/KF-Plan ausgeschaltet (exklusive Präsentation). Auch ein angezeigter UP-Plan wird stets durch Aufruf eines KVF/KF-Planes „gelöscht“ und muss bei Bedarf per Klick auf die entsprechende Schaltfläche neu ins Kartenbild geladen werden. Nachfolgendes Interaktionsschema (Abbildung 4) fasst die einzelnen Kombinationsmöglichkeiten zusammen:

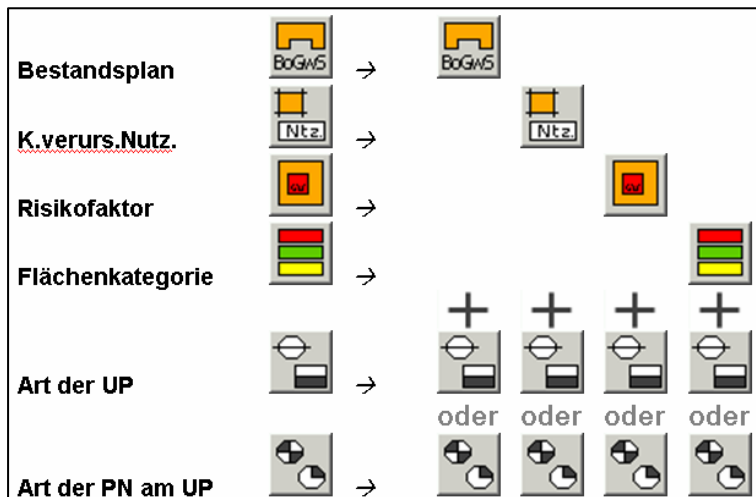


Abbildung 4: Kombinerbarkeit (Interaktion) der Fachpläne

#### 4.2.2 Darstellung von Untersuchungsergebnissen in Gutachten

Nach den Arbeitshilfen Boden- und Grundwasserschutz sind dazu in den einzelnen Untersuchungsphasen Erfassungen von Punkt-, Linien- oder Flächenobjekten vorzunehmen: Teilweise sind diese Objekte bereits in der BFR Verm enthalten.

##### 4.2.2.1 Phase I

In der Phase I erfolgt die Erfassung und Erstbewertung von Verdachtsflächen. Die systematisch erhobenen Daten werden ausgewertet und zu entscheidungsrelevanten Informationen verdichtet. Zu den Daten, die sich auch grafisch als Linien- bzw. Flächenobjekte darstellen lassen, gehören:

- die Liegenschaft, bzw. Liegenschaftsgrenze
- die Grenzen des Untersuchungsgebiets
- alle KVF / KF der Liegenschaft (punktförmig und flächenförmig) und andere potenziell umweltgefährdende Einrichtungen
- schutzwürdige Einrichtungen, ggf. auch geplante Trinkwasserschutzzonen (mit Eintragung der Grundwasserfließrichtung)
- nahegelegene Oberflächengewässer
- nahegelegene Grundwasserentnahme- und -beobachtungsbrunnen
- Geologie
- Hydrogeologie (mit Grundwasserfließrichtung, -flurabstand)
- frühere, derzeitige und geplante Nutzung

Die Abbildung 5 zeigt beispielhaft eine Übersichtskarte einer flächenmäßig relativ großen Liegenschaft.



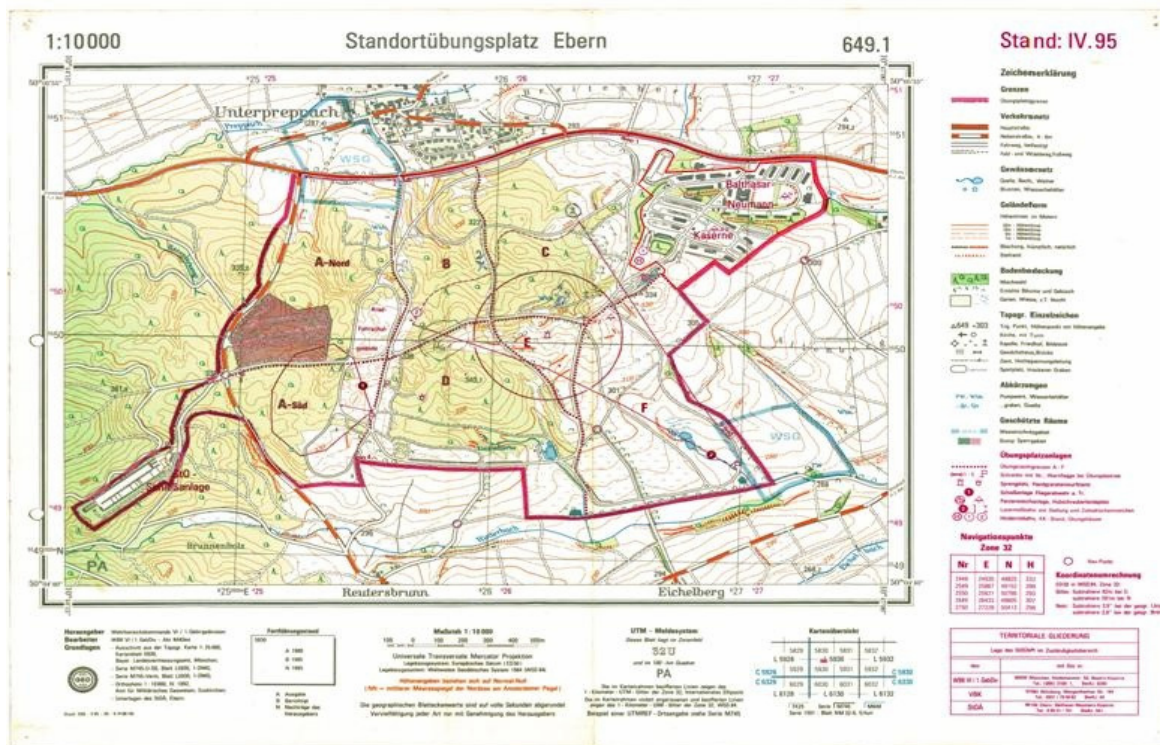


Abbildung 5: Übersichtskarte (Herausgeber: Wehrbereichsverwaltung VI, 1. Gebirgsdivision - Abteilung MilGeo), Maßstab verändert

Es handelt sich um eine militärische Karte im Maßstab 1:10.000 auf Grundlage der topographischen Karte 1:25.000. Sie zeigt die Grenzen der Liegenschaft mit den unterschiedlichen Liegenschaftsteilen, die Boden- bzw. Oberflächenbedeckungen und ihre derzeitigen Nutzungen (IV, 1995), nahegelegene Oberflächengewässer und Schutzzonen.

Das Ziel dieser Darstellung im Rahmen einer Untersuchung von schädlichen Bodenveränderungen und Grundwasserverunreinigungen besteht darin, die Lage und Einbettung der Liegenschaft in die Landschaft zu verdeutlichen. Das Ziel besteht nicht darin, die geographische Lage bestimmter Objekte, z.B. der Gebäude und Straßen, mit hoher Genauigkeit zu dokumentieren.

Die Genauigkeit ist bei diesem Maßstab 1:10.000 mit ca. ± 2 [m] anzusetzen (siehe Kapitel 3).

Bei der Abbildung 6 handelt es sich als Beispiel um einen Ausschnitt eines typischen Fachplans „Bestand BoGwS“ mit Angabe der kontaminationsrelevanten Nutzung (s. Kapitel 4.2.1.2) nach der Phase I. Er gibt einen Überblick über die erfassten kontaminationsverdächtigen Flächen (KVF) auf einer Gesamtliegenschaft. Ziel dieser Darstellung ist die Lage von KVF auf der Liegenschaft als Ergebnis der Phase I und damit die Möglichkeit der eindeutigen Lokalisierung der KVF (auch in Relation zu den Liegenschaftsgrenzen) und die Abgrenzung der KVF untereinander.



Abbildung 6: Fachplan "Bestand BoGwS" (nach der Phase I) mit Angabe der potentiell kontaminationsrelevanten Nutzung

#### 4.2.2.2 Phase II

Als Ergebnis der Gefährdungsabschätzung stehen nach der Phase II die räumliche Verteilung von Stoffen, deren Ausbreitungsverhalten, der mögliche Transfer zu Schutzgütern und die tatsächliche Exposition der Schutzgüter fest. Zur Ergebnisdarstellung ist es deshalb häufig erforderlich, räumliche Verteilungen von stofflichen Belastungen darzustellen.

In jeder Dokumentation der Phase II sind nach den Arbeitshilfen BoGwS folgende kartographischen Darstellungen erforderlich:

- Übersichtskarte (1:25.000)
- geologische und hydrogeologische Übersichtskarte (geeigneter Maßstab)
- Karte der Liegenschaft mit den KVF/KF (1:1.000 bis 1:2.500)
- Lageplan der KVF/KF mit eingezeichneten Untersuchungspunkten

Darüber hinaus können noch folgende kartographischen Darstellungen erforderlich sein:

- Geologische Karte der Liegenschaft auf der Basis der Untersuchungsergebnisse (1:1.000 bis 1:2.500)
- Grundwassergleichenplan der Liegenschaft für jede Stichtagsmessung (1:1.000 bis 1:2.500)
- Grundwasserdifferenzenplan für die Liegenschaft (1:1.000 bis 1:2.500)

- Geologische, hydrogeologische Profilschnitte für die Liegenschaft (Profillinie auf der Liegenschaftskarte einzeichnen, maßstabsgerecht)
- Geologische Karte der KVF/KF auf der Basis der Untersuchungsergebnisse (1:1.000 bis 1:2.500)
- Grundwassergleichenplan der KVF/KF für jede/ausgewählte Stichtagsmessung (1:1.000 bis 1:2.500)
- Grundwasserdifferenzenplan für die KVF/KF bei mehreren Stichtagsmessungen bzw. mehreren Grundwasserleitern (1:1.000 bis 1:2.500)
- Geologische, hydrogeologische Profilschnitte für die KVF/KF (Profillinie auf der Karte einzeichnen, maßstabsgerecht)
- grafische Darstellung der Ergebnisse (z. B. Pläne mit Isokonzentrationslinien)

Die Abbildung 7 zeigt eine Grundwasserhöhenkarte (im Original M 1:10.000), aus der die geographische Lage der Schnitte und die mittleren Grundwasserhöhen in m über NN des ersten Aquifers hervorgehen. Die Mittelwertbildung erfolgt bei diesen Karten i.d.R. bei den langfristig beobachteten Grundwassermessstellen aus den beiden Grenzwerten eines hinreichend langen Zeitraums. Dadurch werden kurz- und mittelfristige Auswirkungen auf die Grundwasserströmungsverhältnisse z.B. durch jahreszeitliche Schwankungen oder durch mögliche Beeinflussungen durch schwankende Wasserwerksentnahmen nicht dargestellt, sondern ausschließlich mittlere Grundwasserströmungsverhältnisse.

Neben der Angabe der Grundwasserhöhe enthält diese Karte auch Angaben zum Schwankungsbereich der Grundwasseroberfläche, also zu Abweichungen der beiden Grenzwerte vom dargestellten Mittel.

Wichtige Darstellungen in der Dokumentation von Untersuchungen der Phase II zeigen die Abbildungen 8, 9 und 10. Ziel dieser Darstellungen ist die eindeutige Lokalisierung der verschiedenen KVF, ihrer Unterteilung in Teilflächen, der ausgeführten Untersuchungspunkte sowie als Ergebnisse der Untersuchungen der jeweilige weitere Handlungsbedarf in Form von Flächenkategorisierungen. Die Abbildung 8 zeigt die entsprechende Verdachtsfläche (hier: KVF 12) mit der Angabe ihrer kontaminationsrelevanten Nutzung (z.B. Tankstelle). In den Abbildungen 9 und 10 ist sie in die kontaminationsrelevanten Teilbereiche 12.1 und 12.2 (z.B. Werkstätten), 12.3 (z.B. Zapfstelle) und 12.4 (z.B. Tanks) unterteilt. Die Darstellungsgenauigkeit soll eine hinreichende Abgrenzung zwischen den „Teil-KVF“ zulassen und die Untersuchungspunkte und Flächenkategorien müssen den einzelnen Teil-KVF zugeordnet werden können.

Mit der Erkundung der räumlichen Lage und Verteilung von Schadstoffen im Boden, in der Bodenluft und im Grundwasser im Zuge der Phase IIb sind höhere Anforderungen an die Lagegenauigkeit der Liegenschaftsgrenzen als in den Phasen I und IIa erforderlich. Eine Darstellung dieser Ergebnisse im Kontext zu den Liegenschaftsgrenzen der Liegenschaft aus den Phasen I und IIa ist i.d.R. nicht mehr ausreichend. Aus diesem Grund werden katasterscharf vermessene Liegenschaftsgrenzen durch den Nutzer für Lagepläne, die im Rahmen der Untersuchungsphasen IIb und III benötigt werden, bereitgestellt.

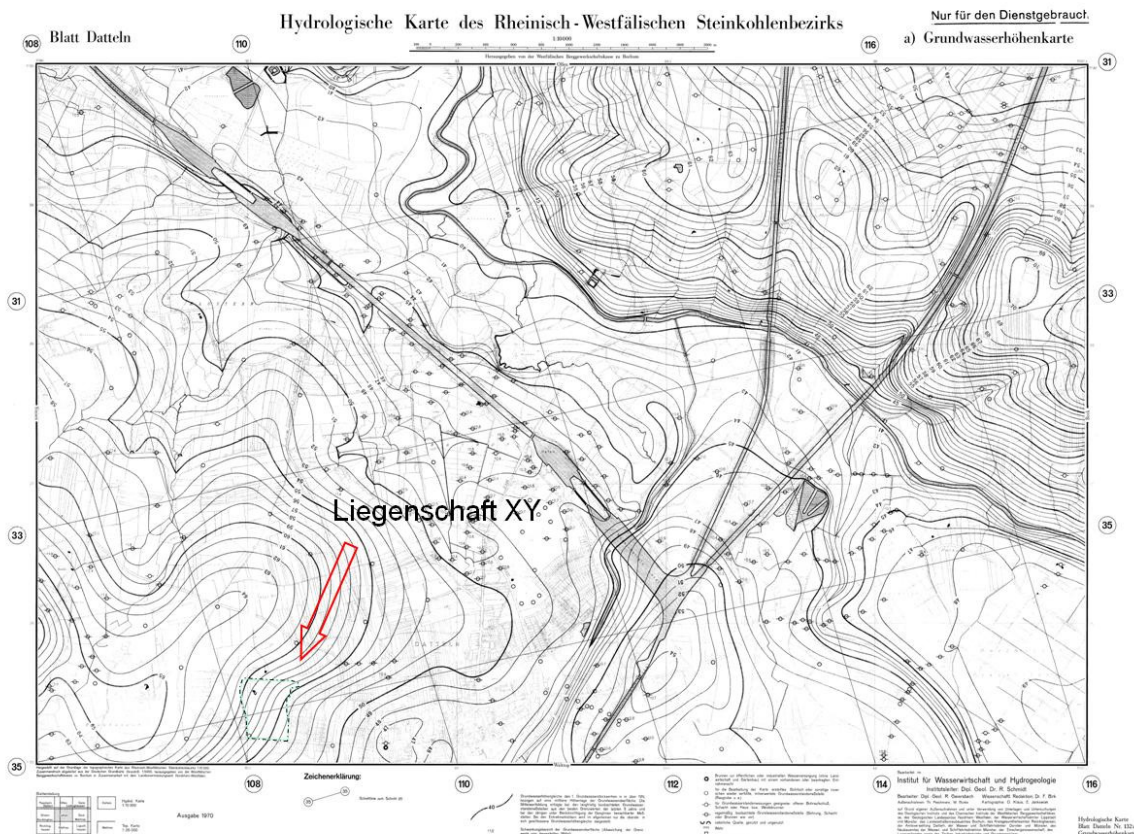


Abbildung 7: Hydrologische Karte mit Grundwassergleichen und Lage der geologischen Schnitte (Institut für Wasserwirtschaft und Hydrogeologie, Geol. Landesamt NRW)

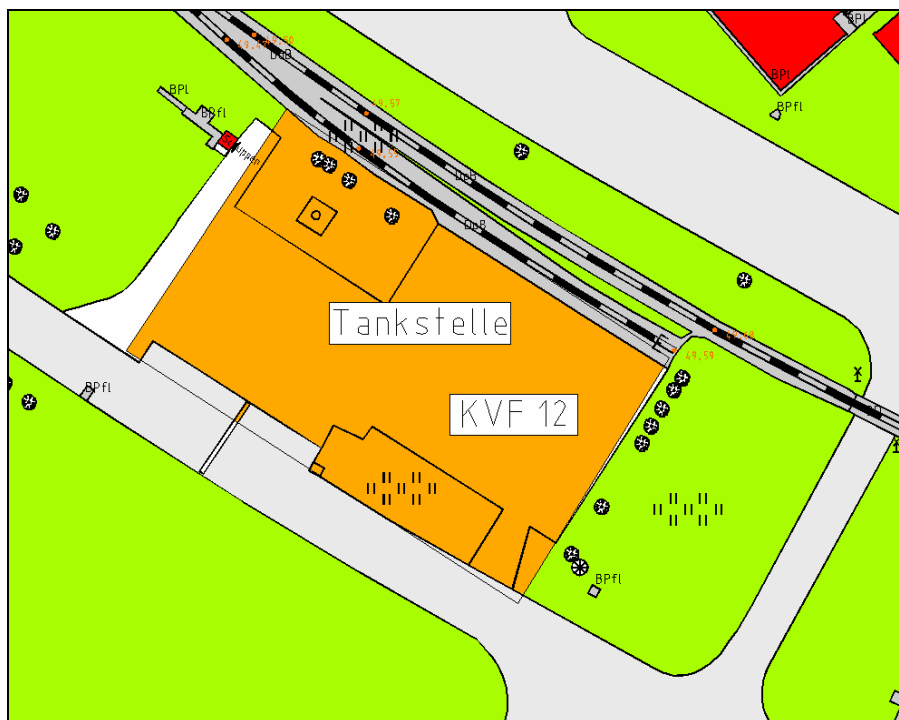


Abbildung 8: Lageplan einer KVF mit Angabe der potentiell kontaminationsrelevanten Nutzung (Themenplan „Kontaminationsverursachende Nutzung“)



Abbildung 9 Lageplan einer Kf mit eingezeichneten Untersuchungspunkten (Themenplan "Art des Untersuchungspunktes")



Abbildung 10: Lageplan einer KVF mit Darstellung des weiteren Handlungsbedarfs (Themenplan "Flächenkategorie / Handlungsbedarf")

#### 4.2.2.3 Phase III

Vor der eigentlichen Sanierung ist diese im Zuge der Phase IIIa zu planen. Dazu müssen kartographisch vor allem folgende Ergebnisse dargestellt werden:

- die Bebauung einschl. der Anliegerbebauung (z. B. Art und Zustand, Gründung),
- die Zuwegungen (z. B. Befahrbarkeit für schweres Gerät),
- Baustelleneinrichtungs- und -lagerflächen,
- die Ver- und Entsorgungsmöglichkeiten (z. B. Stromversorgung, Wasserversorgung, Abwasseranlagen, Oberflächengewässer),
- die Planungsabsichten Dritter, sofern sie die Aufgabenstellung beeinflussen,
- Eigentumsfragen, Duldungen, Betretungsrechte.
- derzeitige und zukünftige Nutzung des Geländes
- Nutzung angrenzender Flächen

Nach Abschluss einer Sanierungsmaßnahme müssen folgende Ergebnisse kartographisch dargestellt werden:

- Aushubarbeiten werden i.d.R. fachgutachterlich begleitet und entsprechend dokumentiert. Sollte es im Zuge der Baumaßnahme zu Abweichungen zu der Ausführungsplanung kommen, z. B. durch unvorhersehbare Schwierigkeiten, müssen diese durch Bestandspläne dokumentiert werden.
- Bei der Sanierung durch on-site- oder off-site-Dekontamination oder bei Bodenaushub sind als Sonderform der Bestandspläne die Flächen mit den Aushubtiefen zu erfassen und darzustellen, aus denen kontaminierte Böden entnommen wurden, sowie die Flächen, auf denen Restbelastungen verblieben sind (s. Abbildung 11).

Die Lage und Höhen der in diesen Ergebnisplänen dargestellten Objekte müssen hinreichen genau dokumentiert sein, u.a.

- als Entscheidungsgrundlage für die Beendigung der Maßnahme,
- als Beweissicherung für die zuständigen Aufsichtsbehörden,
- als Grundlage für das Aufmaß zur Abrechnung der Bauleistungen,
- als Grundlage für die Planung bei zukünftigen Bodeneingriffen.

Empfehlungen für geeignete Maßstäbe dieser Karten und Pläne können der Tabelle 8 entnommen werden.

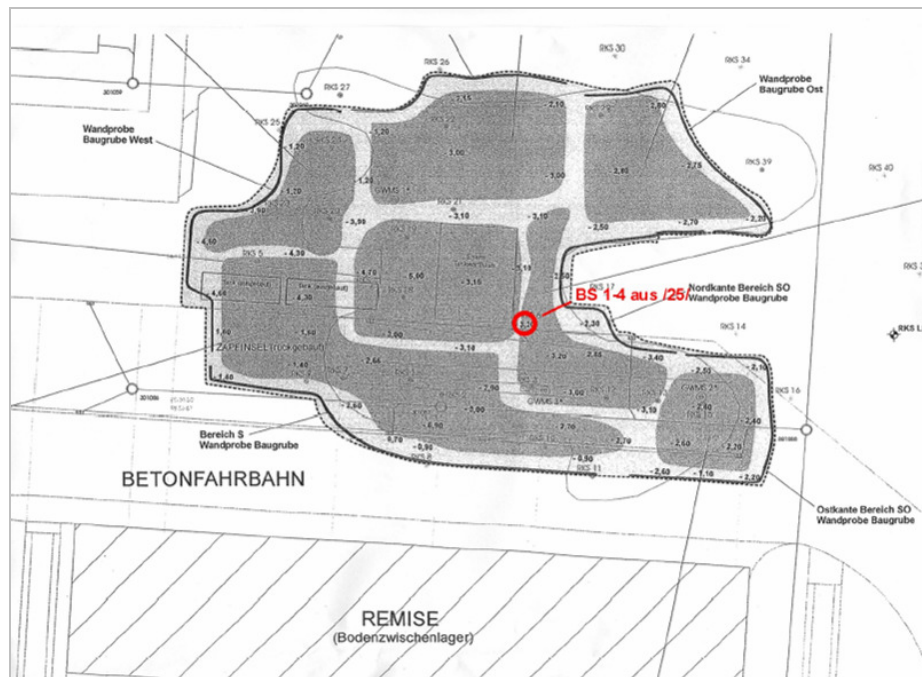


Abbildung 11: Bestandsplan Aushubtiefen, Probenahmebereiche, Untersuchungspunkte (Quelle: „Bericht zur Sanierung der ehem. Tankstelle“, Geoscan, Münster, verändert)

### 4.3 Genauigkeitseinstufungen

Auf Basis der Zielstellung, mit der Objekte des Boden- und Grundwasserschutzes im Zuge der Untersuchungen erfasst und dargestellt werden müssen, lassen sich Anforderungen an die notwendige Genauigkeit der Erfassung aufstellen. Die folgende Tabelle enthält neben der Angabe für mögliche größenmäßige Flächenausdehnungen das Ziel der graphischen Erfassung und Darstellung der einzelnen Objekte und daraus abgeleitet eine Grobeinstufung der dafür erforderlichen Genauigkeit. In der Praxis sind im Einzelfall durchaus Abweichungen, insbesondere bei den angesetzten beispielhaften Flächenausdehnungen (Größe), möglich.

Tabelle 6: Grobeinstufungen der Genauigkeiten

Objekt  *in BFR Verm enthalten	Darstellung in Phase	Beschreibung	Beispiele				Ziel	Bemerkungen	Einstufung aus Sicht des BoGwS		Anforderung der Bfr Verm
			für geringe Flächenausdehnung		für große Flächenausdehnung				Lagege- nauigkeit	Höhenge- nauigkeit	
<b>KVF I, flächen- förmig*</b>	I	Teile von Liegenschaften, für die <u>als Ergebnis der Phase I</u> aufgrund der bisherigen oder aktuellen Nutzung oder sonstiger Hinweise der Verdacht auf Boden- und/oder Grundwasserkontaminationen besteht.	kleinflächiger Schadstoffeintrag z.B. durch Havarie oder Unfall	> 1 m <sup>2</sup>	Produktionsbereich Schießplatz, allg. Panzervorbereitungsräume Übungsareal Barackenlager	>10.000 m <sup>2</sup>	Eindeutige <u>Lokalisierung</u> der verschiedenen <u>KVF auf der Liegenschaft für weitere Maßnahmen</u> , dabei Abgrenzung zu benachbarten KVF. (Weitere Maßnahmen, wie z.B. die Festlegung von UP (IIa) müssen vor Ort festgelegt werden)	zur Lokalisierung auf der Liegenschaft muss i.d.R. die Nachbarumgebung des KVF (gesamte Liegenschaft / große Liegenschaftsteile) mit abgebildet werden.	mittlere relative Genauigkeit 1,0 - 5,0 [m]	i.d.R. nicht erforderlich	OGI: - OGH: -
<b>KVF I, punkt- förmig*</b>	I	s.o.	punktförmiger Schadstoffeintrag z.B. durch Havarie oder Unfall	<1 m <sup>2</sup>	s.o.	>10.000 m <sup>2</sup>	Lokalisierung der verschiedenen KVF auf der Liegenschaft für weitere Maßnahmen durch Markierung des Flächenschwerpunktes. Eine genaue Abgrenzung zu benachbarten KVF ist zur Festlegung der weiteren Maßnahmen nicht erforderlich.	zur Lokalisierung auf der Liegenschaft muss i.d.R. die Nachbarumgebung des KVF (gesamte Liegenschaft / große Liegenschaftsteile) mit abgebildet werden.	niedrige relative Genauigkeit 5,0 - 10,0 [m]	i.d.R. nicht erforderlich	OGI: - OGH: -
<b>KVF IIa*</b>	IIa	Teile von Liegenschaften, für die Untersuchungsergebnisse der Phase II a vorliegen.	punktueller Schadstoffeintrag z.B. durch Havarie oder Unfall	≈ 10 m <sup>2</sup>	Zielgebiet von Schießanlagen, Altablagerung (wilde Kippe / Deponie)	5.000 m <sup>2</sup>	Abbildung der gesamten KVF mit eindeutiger Lokalisierung von UP auf der KVF	häufig Teilung von KVF mit größerer Flächenausdehnung in einzelne Anlagenteile (z.B. Kraftstoffzapfstelle auf Tankstelle)	mittlere relative Genauigkeit 1,0 - 5,0 [m]	i.d.R. nicht erforderlich	<b>OGLO</b> OGH: -
<b>KVF IIb KF IIb*</b>	IIb	Fläche, auf der vertiefte Untersuchungen zur abschließenden Gefährdungsabschätzung stattgefunden haben, die insbesondere der Feststellung von Menge und <u>räumlicher Verteilung</u> von Schadstoffen und ihrer Ausbreitungsmöglichkeiten in Boden, Gewässer und Luft dienen (-> K-Bereich)	s.o.	≈ 10 m <sup>2</sup>	s.o.	5.000 m <sup>2</sup>	Eingrenzung der betroffenen Flächen für ein Sanierungskonzept oder für Schutz- und Beschränkungsmaßnahmen, Berechnung von Flächengrößen (zur Volumenbestimmung), Lokalisierung von Messstellen für ein Überwachungskonzept, Abschätzung von Schadstofftransportvorgängen	Die Begrenzung der K(V)F IIb ist i.d.R. nicht identisch mit der Begrenzung der KVF I/IIa	hohe relative Genauigkeit 0,15 - 1,0 [m]	hohe relative Genauigkeit 0,05 - 0,5 [m]	<b>OGLO</b> OGH: -



Objekt <small>*in BFR Verm enthalten</small>	Darstellung in Phase	Beschreibung	Beispiele				Ziel	Bemerkungen	Einstufung aus Sicht des BoGwS		Anforderung der BFR Verm
			für geringe Flächenausdehnung		für große Flächenausdehnung				Lagege- nauigkeit	Höhenge- nauigkeit	
KF IIIa*	IIIa	Fläche, für die alle für eine Sanierung erforderlichen Planungsschritte nach HOAI, von der Grundlagenermittlung bis zur Ausführungsplanung durchgeführt wurden.	s.o.	≈ 10 m <sup>2</sup>	s.o.	5.000 m <sup>2</sup>	Präzise Lokalisierung der Begrenzung einer Sanierungsfläche, Daten über die Lage von anderen baulichen Anlagen für Sanierungsplanung erforderlich		hohe absolute Genauigkeit 0,15 - 1,0 [m]	hohe relative Genauigkeit 0,05 - 0,5 [m]	OGL0 OGH: -
KF IIIb*	IIIb	Fläche, auf der Sanierungen durchgeführt wurden	s.o.	≈ 10 m <sup>2</sup>	Zielgebiet von Schießanlagen, Altablagerung (wilde Kippe / Deponie)	5.000 m <sup>2</sup>	Präzise Dokumentation der Begrenzung einer sanierten Fläche (horizontal und vertikal)		sehr hohe relative Genauigkeit 0,05 - 0,15 [m]	hohe relative Genauigkeit 0,05 - 0,5 [m]	OGL0 OGH: -
KF IIIc*	IIIc	Fläche, auf der die dauerhafte Wirkung der durchgeführten Sanierungsmaßnahme überwacht wird.	s.o.	≈ 10 m <sup>2</sup>	s.o.	5.000 m <sup>2</sup>	Präzise Lokalisierung der Einrichtungen zur Überwachung einer sanierten Fläche (z.B. permanente Messstellen)		hohe relative Genauigkeit 0,15 - 1,0 [m]	hohe relative Genauigkeit 0,05 - 0,5 [m]	OGL0 OGH: -
UP*	IIa IIb IIIa IIIb IIIc	Untersuchungspunkt	Kleinbohrung	≈ 1 m <sup>2</sup>	Schurf	≈ 50 m <sup>2</sup>	Probenahme zur Messung der Konzentration von Stoffen in einem Medium.	temporäre Messstelle, wie z.B. KRB, Bodenluftmessstelle, Schurf usw.	hohe absolute Genauigkeit 0,15 - 1,0 [m]	sehr hohe absolute Genauigkeit 0,02 - 0,05 [m]	OGL1 OGH2
Grundwasser-messstelle*	IIa IIb IIIa IIIb IIIc			Punkt		Punkt		permanentes Bauwerk, absolute Lage- und Höhengenaugkeiten in BFR Verm Folie 851: Brunnen, Grundwassermessstelle OGL2	sehr hohe absolute Genauigkeit 0,05 - 0,15 [m]	OGH2 (absolute Genauigkeit) 0,005 - 0,02 [m]	OGL2 OGH: -
INSA-Liegenschaft*	I IIa IIb IIIa IIIb IIIc	Fläche der Liegenschaft, Liegenschaftsgrenzen	Verwaltungsgebäude	< 500 m <sup>2</sup>	Trp.übungsplatz	>100.000 m <sup>2</sup>	Lokalisierung der Liegenschaft, sicheres Erkennen der Liegenschaftsgrenze zur Beurteilung möglicher liegenschaftsexterner Wirkungen und des Schadstoffeintrags von Nachbargrundstücken. Abgrenzung der Flächen mit liegenschaftsinterner oder -externer Wirkung.	Eine Erfassung und Darstellung mit mittlerer relativer Genauigkeit ist i.d.R. ausreichend für Lagepläne in Untersuchungsberichten der Phasen I und IIa. Die höheren Anforderungen der BFR Verm (OGL0) sind jedoch ab der Phase IIb erforderlich.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• mittlere relative Genauigkeit (1,0 - 5,0 [m]) in den Phasen I und IIa</li> <li>• hohe Genauigkeit (0,15 - 1,0 [m]) ab der Phase IIb</li> </ul>	i.d.R. nicht erforderlich	OGL0 OGH: -

Objekt  *in BFR Verm enthalten	Darstellung in Phase	Beschreibung	Beispiele				Ziel	Bemerkungen	Einstufung aus Sicht des BoGwS		Anforderung der BFR Verm
			für geringe Flächenausdehnung		für große Flächenausdehnung				Lagege- nauigkeit	Höhege- nauigkeit	
<b>U-Gebiet*</b>	I IIa IIb IIIa IIIb IIIc	Fläche, die im Rahmen einer Phase untersucht wird	eine KVF	≈ 10 m <sup>2</sup>	s.o.	>100.000 m <sup>2</sup>	Eingrenzung der Untersuchungsmaßnahmen der relevanten Phase auf Liegenschaften; Abgrenzung zu benachbarten U-Gebieten		niedrige relative Genauigkeit 5,0 - 10,0 [m]	i.d.R. nicht erforderlich	OGL: - OGH: -
<b>K-Bereich, Boden*</b>	IIb IIIa IIIb IIIc	Tatsächliche räumliche Ausdehnung einer Bodenkontamination	punktueller Schadstoffeintrag z.B. durch Havarie oder Unfall	≈ 10 m <sup>2</sup>	Zielgebiet von Schießanlagen, Altablagerung (wilde Kippe / Deponie)	5.000 m <sup>2</sup>	Eingrenzung der betroffenen Flächen für ein Sanierungskonzept oder für Schutz- und Beschränkungsmaßnahmen, Berechnung von Flächengrößen (zur Volumenbestimmung), Lokalisierung von Messstellen für ein Überwachungskonzept, Abschätzung von Schadstofftransportvorgängen	Für das Medium "Boden" Identisch mit KF, jedoch Differenzierung für die Medien Bodenluft und Grundwasser.	hohe relative Genauigkeit 0,15 - 1,0 [m]	hohe relative Genauigkeit 0,05 - 0,5 [m]	OGL: - OGH: -
<b>K-Bereich, Bodenluft*</b>		Tatsächliche räumliche Ausdehnung einer Bodenluftkontamination							mittlere relative Genauigkeit 1,0 - 5,0 [m]	mittlere relative Genauigkeit 0,5 - 1,0 [m]	OGL: - OGH: -
<b>K-Bereich, Grundwasser*</b>		Tatsächliche räumliche Ausdehnung einer Grundwasserkontamination							niedrige relative Genauigkeit 5,0 - 10,0 [m]	niedrige relative Genauigkeit 1,0 - 5,0 [m]	OGL: - OGH: -
<b>Höhenpunkt BoGwS*</b>	IIb IIIa IIIb IIIc	Höhenmarke mit unterschiedlich notwendigen Zielstellungen im Bereich BoGwS		Punkt		Punkt			hohe absolute Genauigkeit 0,15 - 1,0 [m]	sehr hohe absolute Genauigkeit 0,02 - 0,05 [m]	<b>OGL2</b> <b>OGH1</b>
<b>Schutzwürdige Einrichtungen</b>	I	Fläche, die besonders geschützt ist	Trinkwasserschutzzone I	100 m <sup>2</sup>	Trinkwasserschutzzone III	>10.000 m <sup>2</sup>		Trinkwasserschutzzonen, Naturschutzgebiete	niedrige absolute Genauigkeit 5,0 - 10,0 [m]	i.d.R. nicht erforderlich	kein Objekt der BFR Verm
<b>Oberflächengewässer</b>	I	Fläche, für die hydrologische Eigenschaften dargestellt sind	Bach		See	>100.000 m <sup>2</sup>		Teiche, Seen, Bäche, Flüsse	mittlere absolute Genauigkeit 1,0 - 5,0 [m]	hohe relative Genauigkeit 0,05 - 0,5 [m]	kein Objekt der BFR Verm
<b>Geologie</b>	I	Fläche, für die geologische Eigenschaften dargestellt sind				>1.000.000 m <sup>2</sup>		Geologische Karten	niedrige absolute Genauigkeit 5,0 - 10,0 [m]	niedrige absolute Genauigkeit 1,0 - 5,0 [m]	kein Objekt der BFR Verm
<b>Hydrogeologie</b>	I	Fläche, für die hydrogeologische Eigenschaften dargestellt sind				>1.000.000 m <sup>2</sup>		Isohypsenpläne, Flurabstandskarten	niedrige absolute Genauigkeit 5,0 - 10,0 [m]	niedrige absolute Genauigkeit 1,0 - 5,0 [m]	kein Objekt der BFR Verm

Objekt <small>*in BFR Verm enthalten</small>	Darstellung in Phase	Beschreibung	Beispiele				Ziel	Bemerkungen	Einstufung aus Sicht des BoGwS		Anforderung der BFR Verm
			für geringe Flächenausdehnung		für große Flächenausdehnung				Lagege- nauigkeit	Höhenge- nauigkeit	
<b>SB-Maß- nahme</b>	IIa IIb IIIa IIIb IIIc	Fläche, für die Nutzungseinschränkungen bestehen				>1.000.000 m <sup>2</sup>			niedrige absolute Genauigkeit 5,0 - 10,0 [m]	i.d.R. nicht erforderlich	kein Objekt der BFR Verm
<b>Nutzung</b>	I IIa IIb IIIa IIIb IIIc	Fläche, mit einer Nutzung				>1.000.000 m <sup>2</sup>		Flächennutzungsplan, Bebaungsplan	niedrige relative Genauigkeit 5,0 - 10,0 [m]	i.d.R. nicht erforderlich	kein Objekt der BFR Verm
<b>LBA-Punkte</b>	I IIa IIb IIIa IIIb	Luftbild-Auswertungspunkte	Vermuteter Bombenblind- gänge / Bombentrichter	≈ 10 m <sup>2</sup>	Hohlform	≈ 2.000 m <sup>2</sup>		Ergebnisplan einer Luftbildauswertung mit vermutlichen Einschlagstellen und Bombentrichtern und anderen Hohlformen	hohe absolute Genauigkeit 0,15 - 1,0 [m]	i.d.R. nicht erforderlich	kein Objekt der BFR Verm
<b>Bauablauf / Baustellein- richtung</b>	IIIa IIIb IIIc	Fläche, die für die Abwicklung der kompletten Sanierung / Baumaßnahme benötigt wird		≈ 100 m <sup>2</sup>		> 5.000 m <sup>2</sup>	auch für die Sanierung von Schäden geringer Ausdehnung aus bautechnischen Gründen Mindestfläche notwendig		mittlere relative Genauigkeit 1,0 - 5,0 [m]	i.d.R. nicht erforderlich	kein Objekt der BFR Verm
<b>Zwischen- lager- / Bereitstel- lungs- flächen</b>	IIIa IIIb IIIc	Fläche für die Zwischenlagerung von Boden oder Grundwasser während einer Sanierung	Wasserbehälter	≈ 10 m <sup>2</sup>	Bodenmiete	≈ 2.000 m <sup>2</sup>			mittlere relative Genauigkeit 1,0 - 5,0 [m]	i.d.R. nicht erforderlich	kein Objekt der BFR Verm

Im Folgenden werden die Grobeinstufungen der Lage- und Höhengenaugkeit der Objekte (Tabelle 6) näher erläutert:

Die Anforderungen an die Darstellung kontaminationsverdächtiger Flächen ändern sich in den einzelnen Bearbeitungsphasen. In der Phase I besteht das Ziel einer kartographischen Darstellung der KVF und potenziell umweltgefährdender Einrichtungen hauptsächlich in der Lokalisierung und Unterscheidung auf der Liegenschaft. Aus Sicht des Boden- und Grundwasserschutzes reicht eine mittlere relative Genauigkeit (Lageabweichung 1 – 5 m) aus. Die Form der KVF I, flächenförmig, ist i.d.R. identisch mit der kontaminationsverursachenden Nutzung. Soweit es sich dabei um erfasste Objekte der BFR Verm handelt, wie z.B. Bauliche Anlagen, Frei- oder Verkehrsanlagen, sind bereits die höheren Genauigkeitsanforderungen der BFR Verm erfüllt.

**KVF I,  
flächenförmig**

Bei der KVF I, punktförmig, wird die Lage des Flächenschwerpunktes erfasst. Aus Sicht des Boden- und Grundwasserschutzes reicht hier eine niedrige relative Genauigkeit (Lageabweichung 5 - 10 m) aus, da lediglich eine grobe Lokalisierung der KVF angestrebt ist.

**KVF I,  
punktförmig**

In der Phase IIa findet ggfs. eine Differenzierung von Teilnutzungen in speziellen Anlagenteilen auf der Fläche statt. Das kann zu einer Aufteilung der KVF der Phase I in mehrere „Teil-“ KVF der Phase II führen. Zudem ist oftmals die Lage von geplanten oder realisierten Untersuchungspunkten zu dokumentieren und darzustellen. Im Ergebnis einer orientierenden Untersuchung lässt sich jedoch i.d.R. noch keine Abgrenzung der schadstoffbelasteten Bereiche vornehmen.

**KVF IIa**

Auch hier sollten daher die relativen Lageabweichungen aus Sicht des Boden- und Grundwasserschutzes nicht größer als 1 bis 5 m sein (mittlere Genauigkeit) sein.

Die Phase IIb dient u.a. zur Bestimmung der horizontalen und vertikalen Schadstoffverteilung sowie deren zeitlichen Veränderungen.

**KF IIb**

Das Ziel der Darstellung der KF IIb besteht in einer eindeutigen Lokalisierung der Ausbreitung von kontaminierten Bodenbereichen als Grundlage für die Gefährdungsabschätzung und damit auch ggf. für notwendige nachfolgende Maßnahmen, wie

- Schutz- und Beschränkungsmaßnahmen
- Planung weiterer (Sanierungs-) Untersuchungen
- Planung der baulichen Sanierung
- Abschätzung der Kosten für die bauliche Sanierung

Da darauf aufbauend möglicherweise Sanierungsplanungen der Phase IIIa erfolgen, sind relative Lageabweichungen von 0,15 bis 1,0 [m] (hohe Genauigkeit) erforderlich.

I.d.R. sind Höhenangaben (Aufhaldung / Tiefe von Gruben / Abstände zum Grundwasser) von Wichtigkeit. Dabei sind in den meisten Fällen Angaben mit hohen relativen Genauigkeiten (0,05 m – 0,5 m) erforderlich.

Die Schadstoffkonzentrationen im Medium Boden unterliegen in Abhängigkeit von den Boden-, Schadstoff- und Umgebungseigenschaften zeitlichen Veränderungen. Bedingt durch die natürlichen inhomogenen Bodenverhältnisse verändern sich die anzutreffenden Schadstoffkonzentrationen stark in horizontaler und vertikaler Richtung.

Bei der Konstruktion der Umrandung kontaminierter Flächen sollte daher nach folgenden Kriterien vorgegangen werden:

1. Die maßgebende Schadstoffkonzentration ist der gemessene Maximalwert, der an dem entsprechenden Untersuchungspunkt in der wirkungspfadspezifischen Tiefe ermittelt wurde.
2. Als Umgrenzung des kontaminierten Bereichs Boden dienen Linien gleicher Konzentration (Isokonzentrationslinien).

Zur Planung von Sanierungsmaßnahmen ist eine präzise Lokalisierung der Begrenzung einer zu sanierenden Fläche sowie aller Einrichtungen, wie z.B. Bauliche Anlagen, Frei- oder Verkehrsanlagen oder Teile davon, die Einfluss auf die Maßnahme haben, erforderlich.

**KF IIIa**

Darüber hinaus sind Art und Umfang von Sanierungsmaßnahmen immer abhängig von Lage und Menge der betroffenen Medien, so dass hohe absolute Lagegenauigkeiten (0,15 – 1,00 m) und i.d.R auch Höhengenaugigkeiten (0,05 – 0,5 m) erforderlich sind.

Der Abschluss einer Sanierungsmaßnahme ist durch einen Bericht zum Nachweis des Sanierungserfolges und zur Dokumentation für Zwecke des Auftraggebers zu dokumentieren. Dabei muss die Lage der tatsächlichen Sanierungsfläche mit einer sehr hohen relativen Genauigkeit (0,05 – 0,5 [m]) erfasst werden, um die Lage zu benachbarten Flächen oder baulichen Anlagen sowie die Lage der Probenahmepunkte für den Nachweis des Sanierungserfolges dokumentierten zu können. Die relative Höhengenaugigkeit sollte - insbesondere für Zwecke der Rechnungsprüfung (Massenermittlung) - hoch sein (0,05 – 0,5 [m]).

**KF IIIb**

Auch im Rahmen der Überwachung muss die Lage der sanierten Fläche mit einer hohen relativen Genauigkeit (0,15 – 1,0 [m]) mit einer hohen relativen Höhengenaugigkeit (0,05 – 0,5 [m]) erfasst werden.

**KF IIIc**

Bei Untersuchungspunkten handelt es sich i.d.R. um Punkt- oder Flächenobjekte mit einer geringen Flächenausdehnung (z.B. Bohrungen, Schurf). Die Nachvollziehbarkeit der Ergebnisse einer Gefährdungsabschätzung und ggf. erforderliche weitere Untersuchungen sind von den Ergebnissen, die man punktuell gewonnen hat, abhängig. Daher sind bei der Erfassung und Darstellung in der Lage hohe absolute Genauigkeiten (0,15 – 1,0 [m]) und in der Höhe sehr hohe absolute Genauigkeiten (0,02 – 0,05 [m]) erforderlich.

**UP**

Grundwassermessstellen sind als permanente Bauwerke mit einer sehr hohen absoluten Lagegenauigkeit (0,05 – 0,15 [m]) und der Genauigkeit OGH2 der BFR Verm (0,005 – 0,02 [m]) darzustellen und zu dokumentieren, da die Messergebnisse direkt von der Lage, besonders jedoch von der Höhe des Bauwerks abhängig sind. Die Nachvollziehbarkeit der Ergebnisse einer Gefährdungsabschätzung und ggf. erforderliche weitere Untersuchungen sind von den Ergebnissen, die man punktuell gewonnen hat, abhängig.

**Grundwasser-  
messstelle**

Aus Sicht des Boden- und Grundwasserschutzes ist die sichere Lokalisierung der Liegenschaftsgrenzen zur Beurteilung einer potentiellen liegenschaftsexternen Wirkung und für haftungsrechtliche Aspekte von Wichtigkeit. Im Rahmen der Phasen I und IIa können jedoch i.d.R. noch keine sicheren Aussagen über die räumliche Schadstoffausbreitungen getroffen werden. Daher ist in diesen Untersuchungsphasen für die Lage der Grenzen der Liegenschaft eine mittlere relative Genauigkeit (1,0 – 5,0 [m]) hinreichend. In der Phase IIb soll die räumliche Schadstoffausbreitung im Boden oder Grundwasser mit hoher absoluter Genauigkeit festgestellt und dokumentiert werden. Daher ist bei diesem Beweismiveau (Phase IIb und höher) auch die Grenze der „INSA-Liegenschaft“ zur digitalen Erfassung mit der Lagegenauigkeitsklasse gem. BFR Verm OGL0 (0,15 – 1,0 [m]) darzustellen.

**INSA-Liegenschaft**

Diese Liegenschaftsgrenzen werden im Regelfall durch den Nutzer in ausreichender Genauigkeit auf Basis der Automatisierten Liegenschaftskarte (ALK) erstellt und auf Anfrage bereitgestellt.

Die Darstellung des Untersuchungsgebietes dient im Allgemeinen der Dokumentation der durchgeführten Maßnahmen und somit der Eingrenzung der Untersuchungsmaßnahmen der relevanten Phase auf Liegenschaften. I.d.R. reicht die Darstellung in einem Liegenschaftsplan mit niedriger relativer Genauigkeit (5,0 – 10,0 [m]) aus.

**Untersuchungs-  
gebiet**

s. KF IIb

**K-Bereich  
Boden**

Schadstoffe breiten sich im Boden und in der Bodenluft unterschiedlich aus. Besonders leicht flüchtige Schadstoffe nehmen häufig in der Bodenluft größere Bereiche ein.

**K-Bereiche:  
Bodenluft**

Für Erfassungen und Darstellungen der Ausbreitung von Schadstoffen in der Bodenluft in Hinsicht auf Gefährdungsabschätzungen und auf Sanierungsplanungen sollte daher nach folgenden Kriterien vorgegangen werden:

1. Die maßgebende Schadstoffkonzentration ist der gemessene Maximalwert, der an dem entsprechenden Untersuchungspunkt in der wirkungspfadspezifischen Tiefe ermittelt wurde.
2. Als Umgrenzung des kontaminierten Bereichs Boden dienen Linien gleicher Konzentration (Isokonzentrationslinien).

Für die Planung von Bodenluftabsaugungen als Sanierungsmaßnahmen sind i.d.R. mittlere relative Lagegenauigkeiten (1,0 – 5,0 [m]) und Höhengenaugigkeiten (0,5 – 1,0 [m]) ausreichend.

Im Grundwasser können Schadstoffe in Abhängigkeit der Stoff- und Standorteigenschaften mehrere hundert Meter, bei LCKW sogar mehrere km transportiert werden.

**K-Bereich  
Grundwasser**

Besonders in Hinsicht auf Gefährdungsabschätzungen sowie für die Planung weiterer Maßnahmen muss daher dieser kontaminierte Bereich des Grundwassers untersucht, erfasst und dargestellt werden. Da die Ausbreitung der Schadstoffe i.d.R. ständigen zeitlichen Veränderungen unterworfen ist, sind niedrige relative Lage- (5 – 10 [m]) und Höhengenaugigkeiten (1 – 5 [m]) ausreichend.

1. Die maßgebende Schadstoffkonzentration ist der Messwert, der in der entsprechenden Filterstrecke der Grundwasserqualitätsmessstelle im Rahmen der entsprechenden Messkampagne ermittelt wurde.
2. Als Umgrenzung des kontaminierten Bereichs Grundwasser dienen Linien gleicher Konzentration. Die Höhe dieser Konzentrationen sind signifikante Überschreitungen der natürlich vorhandenen oder anthropogenen Hintergrundwerte des Grundwassers.

Hier handelt es sich um eine höhenrelevante Stelle im Bereich von Boden- oder Grundwasserverunreinigungen, die insbesondere für eine wirkungspfadspezifische Gefahrenbeurteilung, wie z.B. der Abstand zum Grundwasser / Geländeoberfläche / Trennschichten etc., oder für eine Volumenberechnung des kontaminierten Mediums von Relevanz ist. Daher sollte aus Sicht des Boden- und Grundwasserschutzes die Lage mit einer hohen absoluten Genauigkeit (0,15 – 1,0 m) und die Höhe mit sehr hohen absoluten Genauigkeit (0,02 – 0,05 m) erfasst und dargestellt werden.

**Höhenpunkt,  
BoGwS**

Davon abweichend ist nach der BFR Verm der Höhenpunkt BoGwS mit der Lagegenauigkeit OGL2 (0,025 [m] - 0,05 [m]) zu erfassen.

Bei den schutzwürdigen Einrichtungen handelt es sich i.d.R. um Trinkwasserschutzzonen. Für die ihrer Lage von Schutzzonen sind in Hinsicht auf den Boden- und Grundwasserschutz niedrige relative Genauigkeiten (5 – 10 [m]) ausreichend.

**Schutzwürdige  
Einrichtungen**

Die Lage von Oberflächengewässern, wichtig als potentiell Schutzgut, ist mit mittleren absoluten Lagegenauigkeiten zu erfassen und darzustellen

**Oberflächenge-  
wässer**

Zur Beurteilung hydraulische Auswirkungen kann die Höhenlage von Relevanz sein. Daher sind Oberflächengewässer, falls erforderlich, mit einer hohen absoluten Höhengenaugigkeit zu erfassen und darzustellen.

Für die Erfassung von Standortkriterien, wie die Lage von Schutzzonen, geologischer Schichten, hydrogeologische Eigenschaften (z.B. Transmissivität von Grundwasserleitern) sowie Nutzungsarten von Flächennutzungs-, Erschließungs- oder Bebauungsplänen oder auch Nutzungseinschränkungen, also Schutz- und Beschrän-

**Geologie  
Hydrogeologie  
Schutz- und Be-**

kungsmaßnahmen, sind in Hinsicht auf den Boden- und Grundwasserschutz niedrige relative Genauigkeiten (5 – 10 [m]) in der Lage und Höhe ausreichend

**schränkungs-  
maßnahmen**

**Nutzung**

Luftbildauswertungspunkte (LBA-Punkte) markieren Hohlformen, die als kontaminationsverdächtige Flächen relevant sein können oder Bombenblindgängerverdachtspunkte, deren Lage hinsichtlich des Boden- und Grundwasserschutzes im Zuge der Sanierungsplanung wichtig sind.

**LBA-Punkte**

Diese Objekte sollten mit hohen absoluten Lagegenauigkeit (0,15 – 1,0 [m]) erfasst und dargestellt werden.

Für die Planung von Bau- bzw. Sanierungsmaßnahmen ist im Rahmen eines Verkehrskonzeptes die Darstellung der Baustelleneinrichtung, Zwischenlager- bzw. Bereitstellungsflächen erforderlich. I.d.R. sind für diesen Zweck mittlere relative Lagegenauigkeiten (1,0 [m] – 5,0 [m]) ausreichend.

**Bauablauf / Bau-  
stelleneinrichtung**

**Zwischenlager /  
Bereitstellungsflächen**

Um Kriterien für maximal akzeptable Abweichungen im Bereich BoGwS zu definieren, werden in Ergänzung zur BFR Verm Angaben zur Genauigkeit der Objektvermessung gemacht (Tabelle 7). Analog zur BFR Verm wird die Messgenauigkeit der Objektvermessung getrennt nach Lage und Höhe klassifiziert, wobei als Genauigkeitskriterien die Standardabweichungen der Lage **sL** und der Höhe **sH** dienen.

Tabelle 7: Genauigkeitsklassen BoGwS

Genauigkeitsklasse BoGwS	Lagegenauigkeitsklasse gem. BFR Verm	Standardabweichung der Lage [m]			Höhen-genauigkeitsklasse gem. BFR Verm	Standardabweichung der Höhe [m]		
		niedrig	mittel	hoch		niedrig	mittel	hoch
1			5	10		1	5	
2			1	5		0,5	1	
3	OGL0	hoch	0,15	1	OGH0	hoch	0,05	0,5
4	OGL1	sehr hoch	0,05	0,15	OGH1	sehr hoch	0,02	0,05
5	OGL2		0,025	0,05	OGH2		0,005	0,02
6	OGL3		<	0,025	OGH3		<	0,005

Die Genauigkeitsklassen BoGwS 5 und 6 sind durch die Anpassung an die Anforderungen der BFR Verm definiert. Es besteht aus Sicht des Boden- und Grundwasserschutzes i.d.R. keine Notwendigkeit für die Erfassung oder Darstellung eines der BoGwS – Objekte in diesen beiden Genauigkeitsklassen und den damit verbundenen Genauigkeiten. Demgegenüber stellt die BFR Verm für die Objekte „Untersuchungspunkt UP“ (OGH2), „Grundwassermessstelle“ (OGL2) und „Höhenpunkt BoGwS“ (OGL2) davon abweichende Anforderungen an die zu erfassenden Lage- oder Höhengenaugigkeiten.

In der Tabelle 8 sind als Ergebnis der groben Einstufung für die relevanten Objekte maximal akzeptable Lageabweichungen für die Bearbeitung im Zuge des Boden- und Grundwasserschutzes definiert und in diese Genauigkeitsklassen BoGwS 1 – 6 eingeordnet. Daraus ergibt sich wiederum für den Fall einer digitalen Erfassung der kleinstmögliche Kartenmaßstab zur Bestimmung der Koordinaten für die Objekte der Tabelle 8.



Tabelle 8: Akzeptable Lageabweichung und kleinstmögliche Kartenmaßstäbe zur digitalen Erfassung von Objekten

Nr	Objekt	Einstufung Lagegenauigkeit	maximal akzeptable Abweichungen [m]		Klasse	kleinstmögl. Kartenmaßstab zur digitalen Erfassung	
			von	bis		von	bis
1	KVF I, flächenförmig	mittlere Genauigkeit	1	5	2	1: 5.000	25.000
2	KVF I, punktförmig	niedrige Genauigkeit	5	10	1	1: 25.000	50.000
3	KVF IIa	mittlere Genauigkeit	1	5	2	1: 5.000	25.000
4	KF IIb	hohe Genauigkeit	0,15	1	3	1: 750	5.000
5	KF IIIa	hohe Genauigkeit	0,15	1	3	1: 750	5.000
6	KF IIIb	sehr hohe Genauigkeit	0,05	0,15	4	1: 250	750
7	KF IIIc	hohe Genauigkeit	0,15	1	3	1: 750	5.000
8	Untersuchungspunkt, temporär	hohe Genauigkeit	0,15	1	3	1: 750	5.000
9	Grundwassermessstelle	sehr hohe Genauigkeit	0,05	0,15	4	1: 250	750
10	INSA-Liegenschaft	mittlere Genauigkeit (Phasen I und IIa)	1	5	2	1: 5.000	25.000
		hohe Genauigkeit (Phasen IIb und III)	0,15	1	3	1: 750	5.000
11	U-Gebiet	niedrige Genauigkeit	5	10	1	1: 25.000	50.000
12	K-Bereich, Boden	hohe Genauigkeit	0,15	1	3	1: 750	5.000
13	K-Bereich, BoLu	mittlere Genauigkeit	1	5	2	1: 5.000	25.000
14	K-Bereich, GW	niedrige Genauigkeit	5	10	1	1: 25.000	50.000
15	Höhenpunkt, Altlasten	hohe Genauigkeit	0,15	1	3	1: 750	5.000
16	Schutzzonen	niedrige Genauigkeit	5	10	1	1: 25.000	50.000
17	Oberflächen-Gewässer	mittlere Genauigkeit	1	5	2	1: 5.000	25.000
18	Geologie	niedrige Genauigkeit	5	10	1	1: 25.000	50.000
19	Hydrogeologie	niedrige Genauigkeit	5	10	1	1: 25.000	50.000
20	Schutz-/Beschr.-Maßn.	niedrige Genauigkeit	5	10	1	1: 25.000	50.000
21	Nutzung	niedrige Genauigkeit	5	10	1	1: 25.000	50.000
22	LBA-Punkte	hohe Genauigkeit	0,15	1	3	1: 750	5.000
23	Bauablauf / Baustelleneinrichtung	mittlere Genauigkeit	1	5	2	1: 5.000	25.000
24	Zwischenlager- / Bereitstellungsflächen	mittlere Genauigkeit	1	5	2	1: 5.000	25.000

Hierbei kann es sich nur um Richtwerte handeln, die bei üblichen Liegenschaftsgrößen mit „normalen“ Umgebungsvariablen angewendet werden. Im Einzelfall kann es notwendig sein, einzelne Objekte mit einer größeren Genauigkeit zu erfassen. Es können auch für einzelne Objekte, z.B. bei außerordentlich großen Flächen, geringere Genauigkeiten ausreichend sein. Die Entscheidung über sinnvolle Genauigkeiten und Darstellungsmaßstäbe muss daher im Einzelfall anhand der örtlichen Gegebenheiten getroffen und überprüft werden.

In der Tabelle 9 sind Empfehlungen für die Darstellungsmaßstäbe und damit verbundener Genauigkeiten gebräuchlicher Karten enthalten, die im Rahmen der Phasenbearbeitung zur Ergebnisdarstellung angefertigt werden.

Tabelle 9: Empfehlungen für Darstellungsmaßstäbe gebräuchlicher Karten

Kartographische Darstellung	enthaltene Objekte		Darstellungsmaßstab		Genauigkeit	
			von	bis	von [m]	bis [m]
Übersichtsplan	Liegenschaft	1:	5.000	50.000	1,00	10,00
	U-Gebiet					
Übersichtsplan mit Schutzzonen	Liegenschaft	1:	5.000	50.000	1,00	10,00
	U-Gebiet					
	Schutzzonen					
Übersichtsplan mit Geologie	Liegenschaft	1:	5.000	50.000	1,00	10,00
	U-Gebiet					
	Geologie (Übersicht)					
Übersichtsplan mit Hydrogeologie und Oberflächengewässern	Liegenschaft	1:	5.000	25.000	1,00	5,00
	U-Gebiet					
	Hydrogeologie (Übersicht)					
	Oberflächengewässer					
Übersichtsplan mit Schutzzonen	Liegenschaft	1:	5.000	50.000	1,00	10,00
	U-Gebiet					
	Schutzzonen					
Übersichtsplan mit Nutzungen	Liegenschaft	1:	5.000	50.000	1,00	10,00
	U-Gebiet					
	Nutzungen					
Liegenschaftsplan mit KVF I (flächenförmig) und pot. umweltgef. Einrichtungen	Liegenschaft	1:	1.000	25.000	0,20	5,00
	U-Gebiet					
	KVF I, flächenförmig					
Liegenschaftsplan mit KVF I (punktförmig) und pot. umweltgef. Einrichtungen	Liegenschaft	1:	5.000	50.000	1,00	10,00
	U-Gebiet					
	KVF I, punktförmig					
Liegenschaftsplan mit KVF IIa und pot. umweltgef. Einrichtungen	Liegenschaft	1:	1.000	25.000	0,20	5,00
	U-Gebiet					
	KVF IIa					
Liegenschaftsplan mit Nutzungen	Liegenschaft	1:	1.000	25.000	0,20	5,00
	U-Gebiet					
	Nutzung					
Liegenschaftsplan Hydrologie	Liegenschaft	1:	1.000	25.000	0,20	5,00
	U-Gebiet					
	Grundwasser					
	Oberflächengewässer					
Liegenschaftsplan Geologie	Liegenschaft	1:	1.000	25.000	0,20	5,00
	U-Gebiet					
	Geologie					

Kartographische Darstellung	enthaltene Objekte	Darstellungsmaßstab		Genauigkeit		
		von	bis	von [m]	bis [m]	
KVF-/KF-Plan mit UP'en	Liegenschaft	1:	250	5.000	0,05	1,00
	U-Gebiet					
	KVF / KF					
	UP					
KVF-/KF-Plan mit Ergebnissen (Isokonzentrationslinien)	Liegenschaft	1:	100	750	0,02	0,15
	U-Gebiet					
	KVF / KF					
	UP					
	GW-Entnahme und - beobachtungsbrunnen					
Baustelleneinrichtungsplan	Liegenschaft	1:	250	1.000	0,05	0,20
	U-Gebiet					
	KVF / KF					
	UP					
	GW-Entnahme und - beobachtungsbrunnen					
	Sanierungsfläche					
	K-Bereich, Boden					
	K-Bereich, Bodenluft					
	K-Bereich, Grundwasser					
	Bauablauf / Baustelleneinrichtung					
	Zwischenlager-/ Bereitstellungsflächen					
Bestandsplan Aushubtiefen	Liegenschaft	1:	250	1.000	0,05	0,20
	U-Gebiet					
	KVF / KF					
	UP					
	GW-Entnahme und - beobachtungsbrunnen					
	Sanierungsfläche					
	K-Bereich, Boden					
	K-Bereich, Bodenluft					
	K-Bereich, Grundwasser					
	Zwischenlager-/ Bereitstellungsflächen					